

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robototechniky

# Konstrukční návrh automatických dveří pro psy

## Design of Electronic Dog Doors

Student:

Martin Kiszka

Vedoucí práce:

Ing. Michal Gloger

Ostrava 2013

## Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Kiszka**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R013 Robotika  
Téma: **Konstrukční návrh automatických dveří pro psy**  
**Design of Electronic Dog Doors**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu na trhu s dveřmi pro psy. Průzkum typových řad, dostupnosti a výrobců, cenových rozdílů, používaných technologií a determinace řídicích parametrů prodeje. Proved'te také průzkum používaných konstrukčních materiálů a aplikované sensoriky. Na základě získaných poznatků sestavte ve spolupráci s vedoucím práce požadavkový list pro komplexní návrh automatických dveří pro psy.
2. Na základě provedené analýzy a sestaveného požadavkového listu navrhnete varianty řešení. Hlavní kritéria při navrhování by měly být cena, jednoduchost a bezpečnost. Proved'te objektivní posouzení navržených variant a vyberte z nich nejlepší.
3. Vybranou variantu rozpracujte do úrovně detailního 3D modelu.
4. Práci doplňte podrobnou technickou dokumentací. Výkresovou dokumentaci vypracujte dle pokynů vedoucího práce.
5. Práci též doložte v elektronické podobě ve formátu MS WORD a konstrukční řešení v CAD systému (dle pokynů vedoucího).

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

NOVÁK, P. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. 1. vydání. Praha: BEN Praha, 2005. 247 s. ISBN 80-7300-141-1.

DRASTÍK, F. *Technické kreslení I. – pravidla tvorby výkresů ve strojírenství*. 2. vydání. Ostrava: Montanex Ostrava, 2005. 260 s. ISBN 87-7225-195-3.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Gloger**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

---

prof. Dr. Ing. Petr Novák  
vedoucí katedry



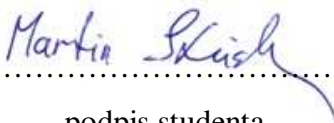
---

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 20. 5. 2013

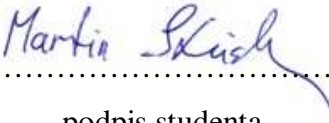
  
.....  
podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3 autorského zákona).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2013

  
.....  
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Martin Kiszka

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Myslivecká 1628

735 32 Rychvald

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

KISZKA, M. *Konstrukční návrh automatických dveří pro psy : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra robototechniky, 2013, 59 s. Vedoucí práce: Gloger, M.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem automatických dveří pro psy. V úvodu je nastíněn současný stav trhu s automatickými dveřmi a požadavků zákazníků. Dle nich jsou navrženy varianty řešení, z nichž nejoptimálnější je dále detailně rozpracována. Následně je podrobně popsána konstrukce zařízení, použité pohony i senzorika. Na příkladu je popsána instalace zařízení a jeho pracovní cyklus. Nakonec je práce podložena výpočty a cenovou kalkulací. 3D model optimální varianty byl vytvořen v pracovním prostředí PTC Creo 1.0.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

KISZKA, M. *Design of Electronic Dog Doors : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of robotics, 2013, 59 p. Thesis head: Gloger, M.

Bachelor thesis deals with construction design of automatic dog doors. The introduction outlines the current state of the market with automatic doors and customer requirements. According to these, the variants of solution are designed, from which the most optimum design is developed in detail. Subsequently is described in detail the construction of device, used drives and sensors. On the example is described installation of device and its duty cycle. Finally, the work is supported by calculations and the price calculation. 3D model of the optimal design was created in the working environment of PTC Creo 1.0.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Michalu Glogerovi, za vstřícnost a ochotu poskytovat cenné rady a poznámky. Taktéž děkuji za odborné vedení této práce.

## Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	10
0. Úvod.....	11
1. Analýza současného stavu na trhu.....	12
1.1. Dělení psích plemen a cílová skupina .....	12
1.2. Manuální dvířka .....	13
1.3. Elektrická dvířka .....	14
2. Požadavkový list.....	17
3. Navržené varianty řešení.....	18
3.1. Varianta 1 .....	18
3.2. Varianta 2 .....	20
3.3. Varianta 3 .....	22
3.4. Varianta 4 .....	24
3.5. Varianta 5 .....	27
4. Volba optimální varianty .....	29
4.1. Posuzovaná kritéria .....	29
4.2. Váha významnosti kritérií .....	29
4.3. Hodnocení kritérií .....	30
4.4. Vážený index kritérií a zhodnocení.....	31
5. Konstrukční řešení.....	32
5.1. Rám .....	32
5.2. Vedení zábrany .....	32
5.3. Zábrana .....	33
5.4. Pohon.....	34
5.5. Vedení lanka .....	35
5.6. Zámek .....	35
5.7. Napájení.....	36

5.8. Elektroinstalace .....	37
5.9. Záložní akumulátor .....	38
5.10. Koncové spínače .....	38
5.11. Kryty .....	39
5.12. Těsnění .....	40
6. Senzorika .....	41
7. Instalace zařízení .....	45
8. Pracovní cyklus .....	46
9. Výpočty .....	47
9.1. Výpočet točivého momentu elektromotoru .....	47
9.2. Výpočet času potřebného k otevření dveří .....	49
9.3. Výpočet kapacity akumulátoru .....	49
10. Závěr .....	51
11. Seznam použité literatury a zdrojů .....	53
12. Seznam obrázků .....	57
13. Seznam tabulek .....	59
14. Seznam příloh .....	59

## Seznam použitých značek a symbolů

Značení	Název	Jednotka
$F_g$	Tíhová síla	[N]
$I_e$	Proudový odběr vysílače a elektroniky	[A]
$I_{m1}$	Proudový odběr elektromotoru (otevření)	[A]
$I_{m2}$	Proudový odběr elektromotoru (zavření)	[A]
$I_s$	Proudový odběr solenoidu	[A]
$L$	Délka výsuvu zábrany	[mm]
$M$	Moment elektromotoru	[Nm]
$Q_c$	Kapacita akumulátoru pro 1 cyklus	[Ah]
$Q_{c40}$	Kapacita akumulátoru pro 40 cyklů	[Ah]
$Q_{sb}$	Kapacita akumulátoru pro klidový režim	[Ah]
$U$	Napájecí napětí	[V]
$d$	Průměr navijáku	[mm]
$g$	Tíhové zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]
$m$	Hmotnost břemene	[kg]
$n$	Otáčky navijáku	[min <sup>-1</sup> ]
$n_n$	Počet otáček navijáku	[-]
$t$	Doba výsuvu zábrany	[s]
$t_c$	Doba cyklu	[s]
$t_{m1}$	Doba sepnutí elektromotoru (otevření)	[s]
$t_{m2}$	Doba sepnutí elektromotoru (zavření)	[s]
$t_s$	Doba sepnutí solenoidu	[s]
$t_{sb}$	Doba klidového stavu	[h]
$v$	Rychlost vysouvání zábrany	[m/s]
$\eta$	Účinnost systému kladek	[-]

## 0. Úvod

Dle průzkumů [30,40] polovina obyvatel České republiky má doma nějakého domácího mazlíčka, z toho tři čtvrtiny chovatelů vlastní psa. V počtu chovaných zvířat na počet obyvatel jsme v Evropě na samé špičce. Jen psů jsou u nás dle odhadů téměř dva miliony, koček přibližně milion. To je dáno i národní tradicí, chov psů byl u nás velmi rozšířen už za dob Rakouska-Uherska.

S velkým počtem chovaných psů jsou spojeny i značné finanční náklady na krmivo, veterinární vyšetření, hygienické zařízení, podložky, boudy a v neposlední řadě i koupě hraček a dalšího příslušenství. Díky tomu je trh s potřebami pro chovatele perspektivní a v blízké době nehrozí jeho velký propad.

Toho také využívá tato bakalářská práce na téma „Konstrukční návrh automatických dveří pro psy“. Dveře pro psy jsou rozšířeny především v Americe, kde valná většina chovatelů psů v rodinných domech s přilehlými zahradami má nainstalované alespoň jednoduchá dvířka ve dveřích zadního vchodu či zabudované do tenké stěny. Tyto dvířka jsou nejčastěji tvořena z ohebného gumového pásu (flapu), který zvíře odklopí, a po jeho průchodu se zábrana vrátí na své původní místo.

Tyto jednoduché průchody však již nesplňují bezpečnostní požadavky zákazníků, kteří se více zaměřují na zabezpečení domu a zamezení vstupu cizích nebo divokých zvířat. Proto se již přibližně 20 let vyrábí i různé elektrické varianty dvířek pro psy, ovšem ty jsou zaměřeny především na americké zákazníky. Mezi evropskými domácnostmi nejsou dveře pro psy příliš rozšířeny. To je dáno hlavně nedůvěrou v jejich bezpečnost, proto je tato práce zaměřena na analýzu současného trhu s dveřmi pro psy, vytyčení požadavků českých, potažmo evropských zákazníků a dle nich navrhnutí vlastního řešení.

Důležitým kritériem při návrhu je cílová skupina zákazníků. Automatické dveře pro psy si nekoupí majitel malého psa žijící v panelovém bytě. Výsledný produkt je tedy zaměřen na chovatele větších psů, kteří disponují oplocenou zahradou nebo dvorem, ale nechtějí, aby byl jejich pes vystaven špatnému počasí, případně chtějí mít misky s krmivem v domě a pod dohledem.

# 1. Analýza současného stavu na trhu

## 1.1. Dělení psích plemen a cílová skupina

Pro přesné zacílení produktu je nutný přehled psích plemen. V praxi se používá trojího dělení psích plemen:

- FCI\*
- podle využití
- podle velikosti

Pro náš účel je důležité dělení podle velikosti, a to na malá, střední a velká plemena. Dobrým rozlišovacím kritériem je také váha zvířete, se kterou většinou pracují výrobci dveří pro psy, protože ačkoli je různorodost psích plemen bohatá a každé se liší průměrnou dosahovanou výškou, či šířkou v ramenou, hmotnost psa bývá přesným ukazatelem velikosti psa. Proto se běžně dodávané manuální i automatické dveře pro psy vyrábějí v několika velikostech podle váhy zvířete pro zajištění vhodného poměru mezi velikostí zařízení a pohodlným průchodem zvířete.

Malá plemena zcela vynecháme, protože majitelé těchto psů je většinou nenechávají dlouhou dobu bez dohledu ani na zahradách. Zaměříme se tedy na střední a velká plemena, tedy psy s hmotností od 10 do cca 45 kg. Jedná se o nerozšířenější skupinu psů s volným výběhem u rodinných domů. Velcí psi s hmotností přes 50 kg nejsou majoritní skupinou a jejich majitelé častěji využívají psí boudy.



Obr. 1.1 - rozmanitost psích plemen [10]

V současnosti je na trhu celá řada manuálních dvířek pro psy, které se liší hlavně velikostí, použitými materiály a cenou. Výběr automatických dvířek je naopak omezenější a jsou zde mnohem větší cenové rozdíly mezi produkty jednotlivých výrobců. V krátkém

---

\* *Fédération Cynologique Internationale* - Mezinárodní kynologická federace - mezinárodní organizace sídlící v Belgii, která se zabývá plemeny psů a kynologií jako takovou [23]



přehledu trhu jsou zachyceny nejprodávanější modely jak automatických tak manuálních dvířek pro větší psy s hmotností do 40÷45 kg.

## 1.2. Manuální dvířka

### *Staywell 740*



Obr. 1.2 - Staywell 740

Bílá plastová výklopná dvířka pro psy britské společnosti PetSafe využívají dvoudílné vyklápěcí zábrany (flapu), kterou zvíře při průchodu odstrčí (v jednom směru pouze průhlednou část, v opačném směru i bílý rámeček). Ve spodní části flapu je umístěn magnet, který se stará o dovření dveří. V případě potřeby je možno dvířka manuálně uzamknout vložením plastové desky.

Velikost otvoru: 314 × 370 mm (šířka × výška)

Výrobce: PetSafe ([www.petsafe.net](http://www.petsafe.net))

Cena: 749,-Kč

### *Staywell 640*



Obr. 1.3 - Staywell 640

Tato dvířka s hliníkovým rámem a pružným flapem, který zvíře jednoduše odstrčí, mají po stranách flapu jemné štětiny pro utěsnění a na spodní straně magnet pro správné dovření. Dvířka mají bezpečnosti hliníkové zavírání, které lze v případě potřeby instalovat (zasunutím desky do drážek z vnitřní strany dvířek) a zabránit tak průchodu zvířete či neoprávněnému vniknutí.

Velikost otvoru: 260 × 434 mm (šířka × výška)

Výrobce: PetSafe ([www.petsafe.net](http://www.petsafe.net))

Cena: 1 640,-Kč

## Swing 15



Obr. 1.4 - Swing 15

Plastová dvířka italské společnosti Ferplast s výklopným flapem a jednoduchým čtyřpolohovým zamykáním – průchozí pouze dovnitř, průchozí pouze ven, obousměrně otevřeno, uzamčeno.

Velikost otvoru: 313 × 360 mm (šířka × výška)

Výrobce: Ferplast ([www.ferplast.com](http://www.ferplast.com))

Cena: 1 170,-Kč

### 1.3. Elektrická dvířka

V současnosti dodávané elektrické dveře pro psy využívají k detekci nejčastěji magnetických nebo elektronických klíčů, takzvaných *tagů* – tj. jednotek nebo zařízení na obojku zvířete, které po přiblížení k senzoru aktivují otevření dvířek. Zde se také více prosadily konstrukce s výsuvnou zábranou, které nevyžadují od zvířete žádný fyzický kontakt ani mechanickou práci.

#### *Electronic SmartDoor*



Obr. 1.5 - Electronic SmartDoor

Při příchodu zvířete s tagem (v tomto případě malou elektrickou jednotkou napájenou knoflíkovou baterií) na obojku se výklopná dvířka elektricky přizvednou o několik milimetrů, čímž se zábrana uvolní z drážky na spodní straně rámu. Poté zvíře může manuálně vyklopit zábranu (flap). Po průchodu zvířete a ustálení pohybu zábrany pružinami se flap opět spustí do drážky, čímž se dveře uzamknou. S jedním zařízením lze spárovat až 5 tagů. Dvířka jsou napájena čtyřmi bateriemi D (R20), na vnitřní straně jsou vybavena indikačními diodami a umožňují přepínání mezi třemi režimy: automatické otevírání, stále otevřeno/zavřeno.

Velikost otvoru: 279 × 406 mm (šířka × výška)

Výrobce: PetSafe (www.petsafe.net)

Cena: \$ 215 (≈ 4 400,-Kč\*)

### ***Solo Automatic Opening Doors 1812***



Obr. 1.6 - Solo Automatic Opening Doors

Automatické dveře firmy *SOLO* patří mezi nejzavedenější produkty tohoto typu. Firma se zaměřuje na výrobu automatických dveří pro psy už od roku 1990 a v současnosti nabízí jednu řadu automatických dveří v rozdílných velikostech. Tyto dveře využívají k detekci bezúdržbový magnetický tag na obojku zvířete. Pokud je tag zaznamenán v těsné blízkosti dveří, posuvná zábrana (tvrzená plastová deska) se vysune nahoru a je přidržena po dobu pohybu zvířete v těsné blízkosti zařízení. Následně jsou dvířka spuštěna zpět dolů a uzamčena proti neoprávněnému otevření.

Tyto elektrické dveře pro psy jsou napájeny 12V síťovým adaptérem, umísťují se na dveře nebo tenké zdi a tvrzená plastová zábrana by měla odolat pokusům o neoprávněné vniknutí. Celé zařízení se montuje z vnitřní strany dveří/stěny, z venkovní strany je vidět pouze vlastní zábrana a tenký rámeček okolo.

Velikost otvoru: 305 × 457 mm (šířka × výška)

Výrobce: Solo (www.solopetdoors.com)

Cena: \$545 (≈ 11 200,-Kč)

### ***Power Pet PX-2***

Tyto automatické dveře pracují na podobném principu jako předchozí, ale k detekci využívají elektronických ultrazvukových tagů. Kromě napájení síťovým adaptérem mohou být vybaveny i záložním akumulátorem. Na ovládacím panelu se nachází kromě indikačních diod i tlačítka pro odemykání/zamykání dveří a manuální vysunutí zábrany.

---

\* Přepočet podle kurzu USD-CZK k 10. 5. 2013 dle PayPal, bez DPH a cla



Obr. 1.7 - Power Pet PX-2

Zároveň se na panelu nachází i regulace rozsahu detekce samostatně pro vnitřní a venkovní stranu dveří. Jejich nevýhodou je krátká životnost tagu a jeho poměrně vysoká cena.

Velikost otvoru: 311 × 406 mm (šířka × výška)

Výrobce: High Tech Pet Products ([www.hitecpet.com](http://www.hitecpet.com))

Cena: \$349 (≈ 7 200,-Kč)

### ***PlexiDor Electronic Pet Door***



Obr. 1.8 - PlexiDor Electronic Pet Door

Tyto dveře jsou zaměřeny hlavně na zabezpečení proti neoprávněnému vniknutí. K detekci využívají voděodolný bez-bateriový RFID\* tag, který musí být s dveřmi spárován. Posuvná zábrana je vyrobena z tvrzeného ABS plastu, která je navíc, dle výrobce, ve spodní poloze zabezpečena ocelovým mechanismem. Doba otevření dveří je nastavitelná, napájení je řešeno síťovým adaptérem. Výhodou je také malá hloubka zařízení.

Velikost otvoru: 324 × 508 mm (šířka × výška)

Výrobce: PlexiDor ([www.plexidors.net](http://www.plexidors.net))

Cena: \$1 149 (≈ 23 600,-Kč)

---

\* *Radio Frequency Identification Device* – zařízení využívající k identifikaci radiové frekvence [31]

## 2. Požadavkový list

Po analyzování současné situace na trhu byl ve spolupráci s vedoucím bakalářské práce sestaven požadavkový list. Vzhledem k možnosti vytvoření testovacího kusu bylo vybráno i přesné umístění zařízení. Jedná se o svařovaný ocelový rám se skleněnými výplněmi, přičemž spodní tabule bude pro tento účel odstraněna (Obr. 2.1). Rozměr spodního otvoru je 540 × 440 mm, hloubka rámu je 30 mm, zařízení bude umístěno na vnitřní straně.



Obr. 2.1 - rám pro montáž zařízení

Cílovou skupinou jsou chovatelé středních a velkých plemen psů s hmotností do 40 kg (např. německý ovčák nebo zlatý retrívr). Tomu musí být i uzpůsobeny rozměry vstupního otvoru. Pro indikaci zvířete v blízkosti dveří bude sloužit klíč (tag) s třídou krytí minimálně IP57\* a jeho dosah má být přibližně 500mm (±300 mm).

Doba potřebná k otevření dveří by neměla překročit 3 sekundy. Napájení je nutno z důvodu bezpečnosti zvířete řešit externím síťovým adaptérem - nebezpečí překousnutí síťového kabelu pod napětím (230V AC\*\*). Důležitým bodem je také nízká cena zařízení, která hraje důležitou roli. Zapínání a vypínání dveří bude ovládáno manuálním vypínačem, případně nastavitelným časovačem.

Celé znění požadavkového listu je pro svou rozsáhlost začleněno do příloh.

---

\* *Ingress Protection (IP)* - udává odolnost elektrospotřebiče proti vniknutí cizího tělesa či kapalin [37]

\*\* *Alternating Current (AC)* – střídavý elektrický proud [36]

### 3. Navržené varianty řešení

Pro dosažení co nejnižší ceny zařízení bylo nutné držet se konvenčních a snadno dostupných materiálů. Omezeno je i použití plastů, které mohou případnou kusovou výrobu prodražit.

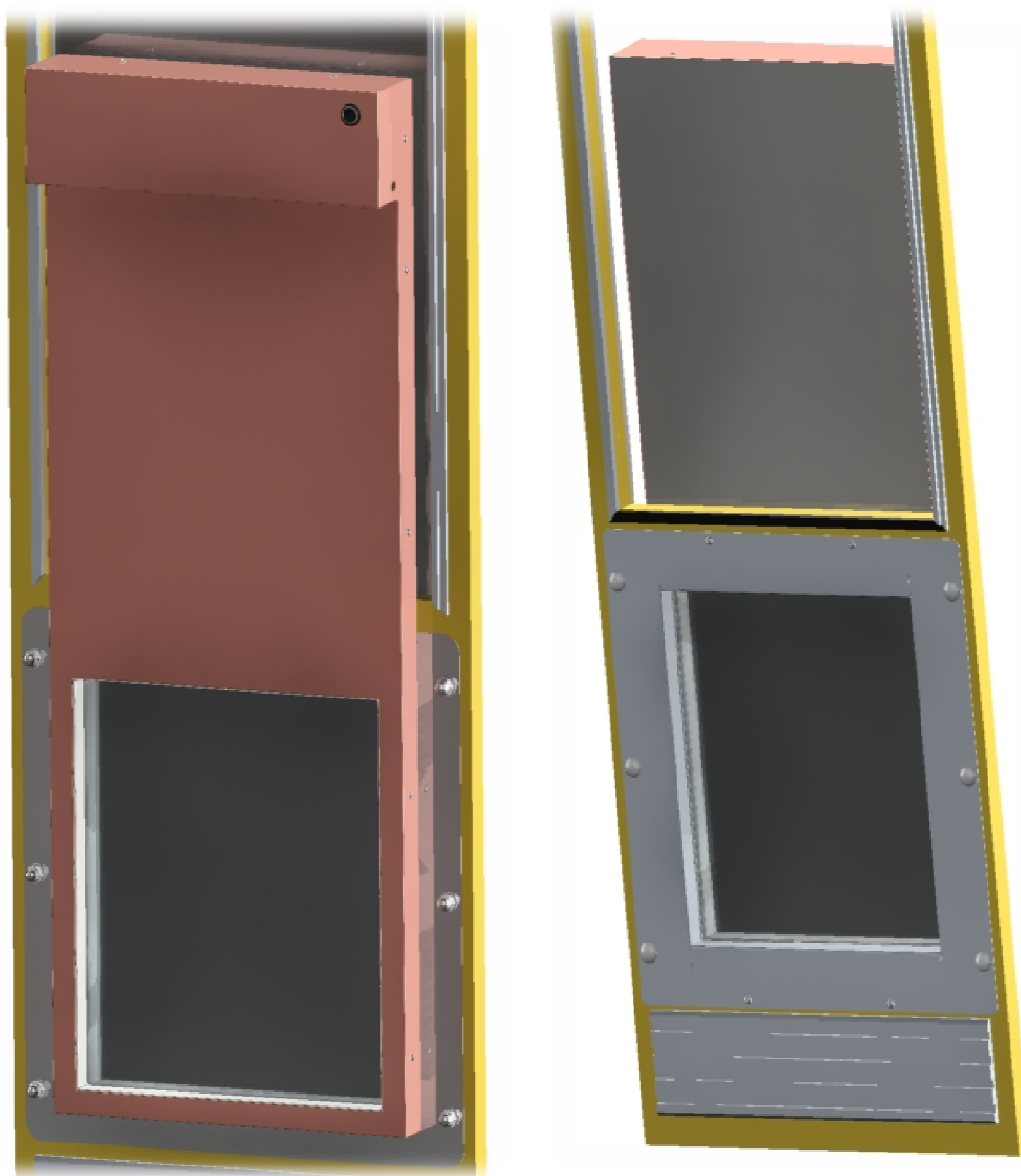
Základem všech navržených variant je tedy rám ze svařovaných ocelových profilů, které navíc mohou být připevněny ke kotevnímu plechu. Kryty jsou z tenkých ohýbaných plechů.

V případě osvědčení navržených automatických dveří pro psy v provozu je možno modifikovat některé části pro hromadnou výrobu (plechové výlisky, plasty, vlastní tvar profilů) a využít tvarovou rozmanitost některých materiálů (plastové kryty s lepším designem).

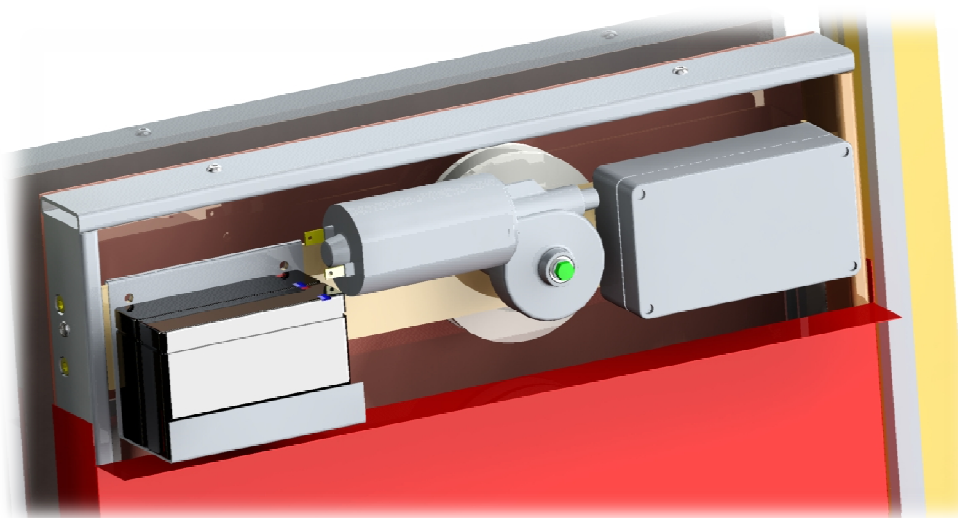
#### 3.1. Varianta 1

Tato varianta s výsuvnou zábranou využívá motoru se šnekovou převodovkou *Valeo 404 166* a zábrany z 10 mm hrubého, tvrzeného PVC *Medur*. Vodicí profily pro pohyb zábrany jsou z hliníkových U-profilů, rám konstrukce je z ocelových obdélníkových profilů 40x10x2 mm. Jezdec zámku je ovládán hlavním tažným lankem. Při spuštění elektromotoru je nejdříve lankem povytažen zámek z kulisy a poté se celá deska zvedá nahoru. Zapadnutí zámku zpět po spuštění desky obstarává pružina. Bezpečnost zařízení je zaručena zavěšením zábrany na lanku. Při spouštění tedy na zábranu působí pouze vlastní gravitace. Veškerá elektronika a pohon se nachází v horní části zařízení. Elektronika je umístěna v konstrukční plastové krabici, je zde přítomen i držák záložního akumulátoru. Kolébkový vypínač se nachází na vrchním krytu, konektor napájení je na boční straně krytu.

Z důvodu úspory prostoru je zařízení k rámu připevněno přes kotevní plech 6ks vratových šroubů M10x40 a z vnitřní strany jsou použity uzavřené matice. Vstupní otvor je z venkovní strany obložen ohýbanými hliníkovými plechy a z vnitřní strany se nachází vsazený hliníkový plech tloušťky 2mm po celém obvodu otvoru.

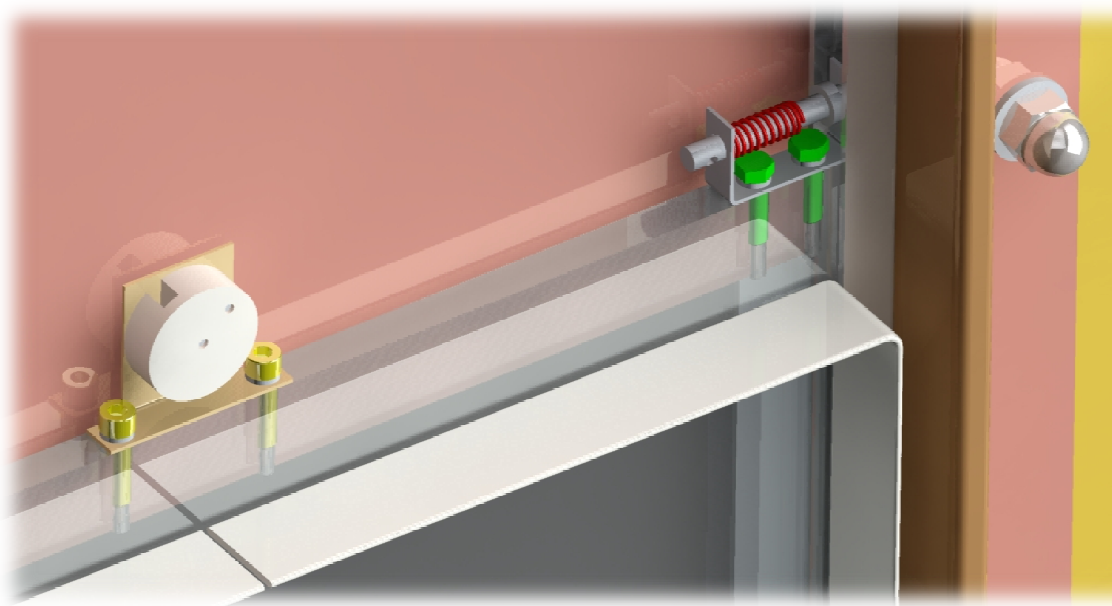


Obr. 3.1 - varianta 1



Obr. 3.2 - varianta 1 - pohon





Obr. 3.3 - varianta 1 - zámek

### 3.2. Varianta 2

Tento návrh byl tvořen ve dvou fázích a ve finále využívá poznatků zjištěných během navrhování ostatních variant. Zábranu tvoří opět PVC *Medur* o síle 10 mm. Zábrana je zvedána elektromotorem *Valeo 404 166* s odlehčeným navijákem umístěným ve spodní části zařízení. Lanko je poté vedeno přes soustavu kladek až k zábraně. Ta se pohybuje po vedení tvořeném tvarovými kladkami s kuličkovými ložisky a nerezovou trubicou průměru 10 mm – toto řešení se vyznačuje velmi nízkými ztrátami vzniklými třením. Uzamykání je řešeno jezdcem ovládaným solenoidem *F0730*, který zapadá do kulisy. Rám je tvořen ocelovými U-profilů a ohýbanými plechy.

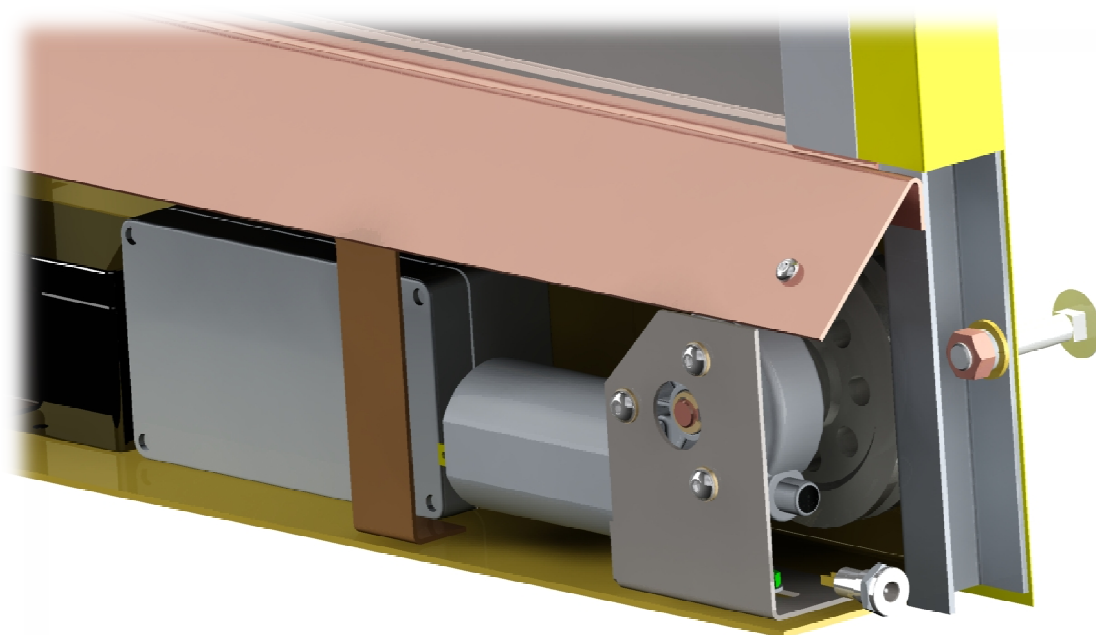
Bezpečnost zařízení z pohledu procházejícího zvířete je zaručena zavěšením zábrany na lanko. Při spouštění tedy na zábranu působí pouze vlastní gravitace. Záložní akumulátor i elektronika umístěna v konstrukční plastové krabici se nachází ve spodní části zařízení. Kolébkový vypínač se nachází na horní části zařízení, konektor napájení naopak ve spodní části.

Zařízení je ukotveno k rámu 4ks vratových šroubů M8×40. Tato varianta nevyžaduje kotevní plech ani složité oplechování vstupního otvoru. Celé zařízení je tedy možno dodat složené, pouze s podmínkou sundání vnějšího krytu při montáži pro utažení matic. Vstupní otvor je z obou stran obložen nerezovými plechy.

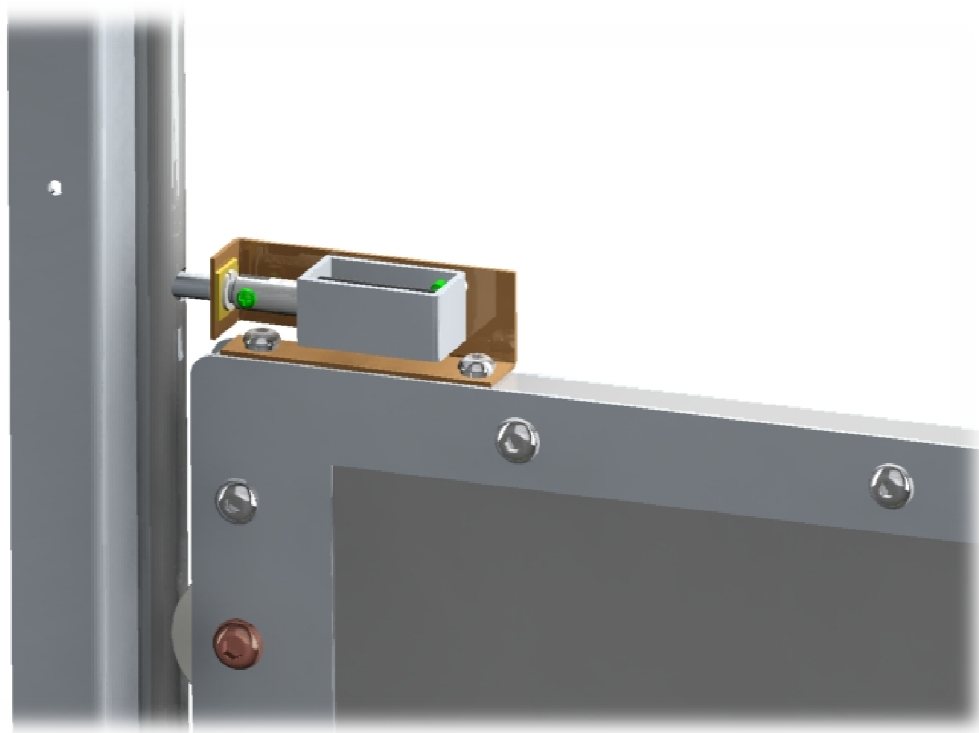




Obr. 3.4 - varianta 2



Obr. 3.5 - varianta 2 - pohon



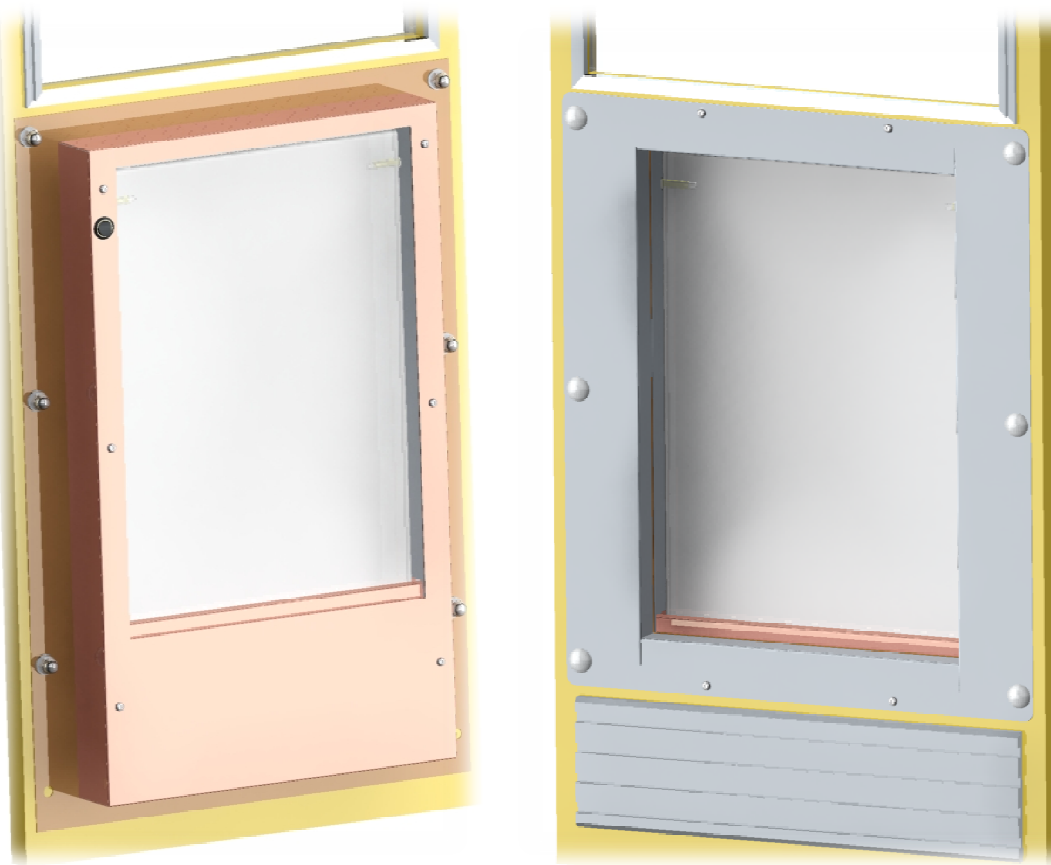
Obr. 3.6 - varianta 2 - zámek

### 3.3. Varianta 3

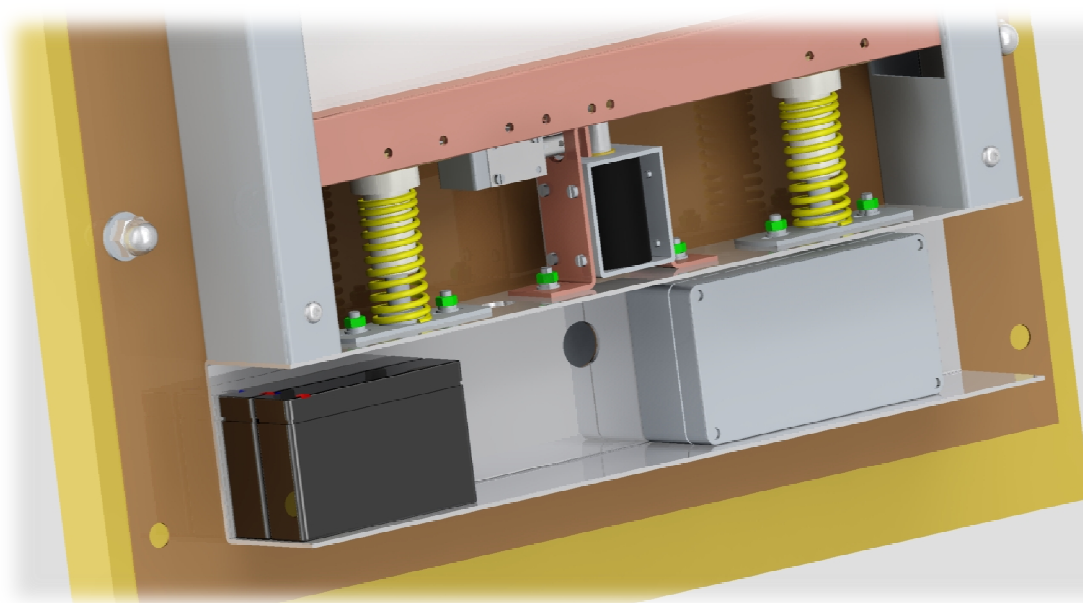
Tento návrh využívá otevřeného tažného solenoidu *F1250*, který po detekci tagu přitáhne profilovaný plech dolů, čímž uvolní výklopnou zábranu z tvrzeného PVC *Medur*. Opětovné zavření umožňují pružiny, které po vypnutí solenoidu vrátí profilovaný plech zpátky do horní polohy, čímž se znemožní zábraně v pohybu.

Jako zámek proti pohybu profilovaného plechu je využito menšího solenoidu *F1039*. Rám tvoří obdélníkové profily 60x20x2mm. Celé zařízení je kompaktní, ve spodní části se nachází prostor pro elektroniku a záložní akumulátory. Nevýhodou této varianty je nutnost manuálního odklopení zábrany zvrátenem.

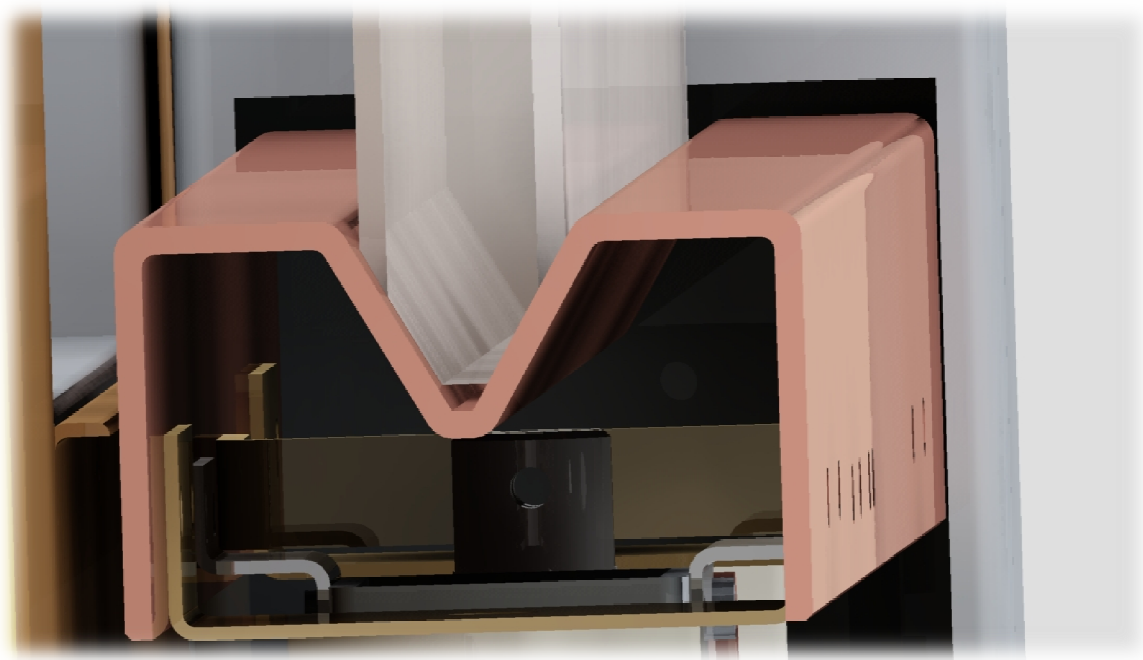
K rámu je zařízení připevněno 6ks vratových šroubů M10x40, z vnitřní strany jsou použity uzavřené matice. Vstupní otvor je navíc z venkovní strany obložen hliníkovými, případně nerezovými plechy.



Obr. 3.7 - varianta 3



Obr. 3.8 - varianta 3 – pohon



Obr. 3.9 - varianta 3 – uzamčeno



Obr. 3.10 - varianta 3 – otevřeno

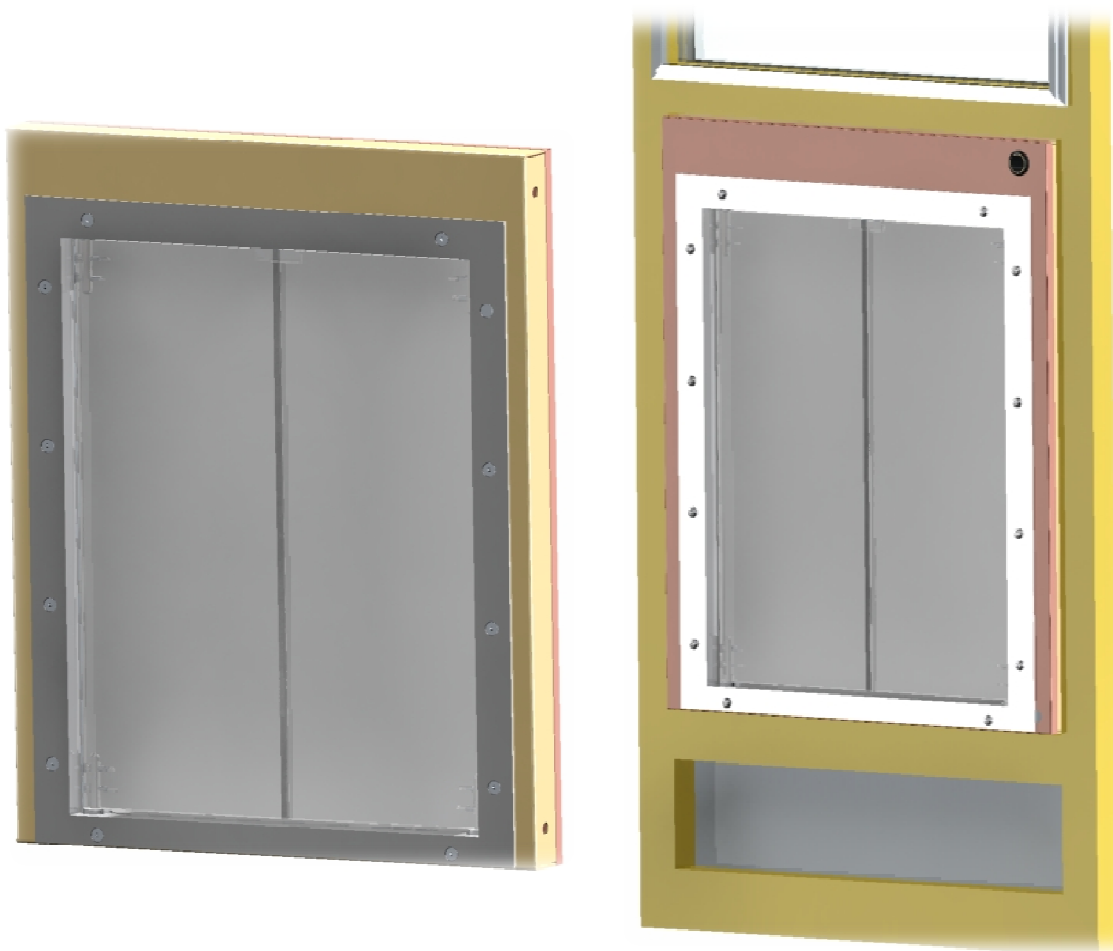
### 3.4. Varianta 4

Tento návrh využívá otevřeného tažného solenoidu *F1039*, který slouží pro ovládání západky. Obě křídla zábrany jsou podobná dveřím „lítačkám“, umožňují otevření na obě strany a návrat do výchozí polohy obstarávají zkrutné pružiny. Po detekci tagu solenoid

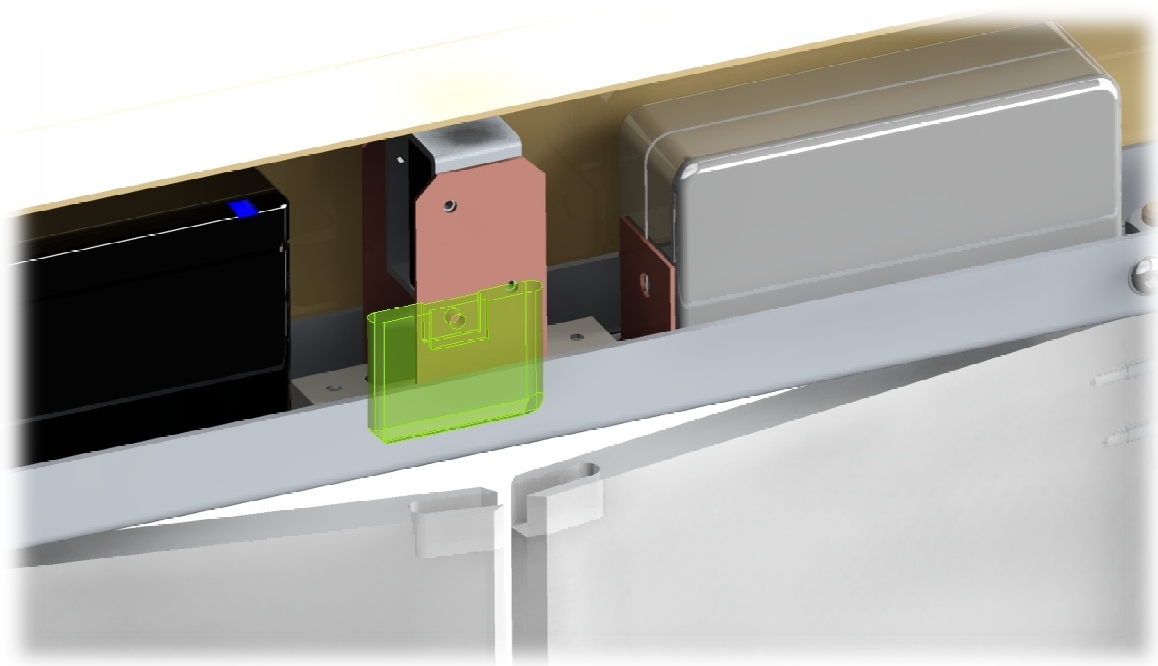
zvedne západku, čímž je umožněno odstrčení zábran zvířetem. Po průchodu a ustálení pohybu zábran je západka spuštěna a dveře jsou tímto uzamčeny.

Celé zařízení se vejde do otvoru v montážním rámu a díky hloubce pouhých 40 mm je jeho převýšení nad rám minimální. Na rozdíl od předešlých variant se nemontuje vratovými šrouby ke kotevnímu plechu, ale šrouby je možno vyvést po stranách zařízení přímo do rámu. Nevýhodou je opět nutnost manuálního odstrčení zábrany zvířetem.

Vstupní otvor je z obou stran obložen ohýbanými hliníkovými plechy. Hlavní výhodou jsou kompaktní rozměry a absence dodatečného plechového krytování otvoru až k rámu.



Obr. 3.11 - varianta 4



Obr. 3.12 - varianta 4 - ovládání západky



Obr. 3.13 - varianta 4 - otevřeno

### 3.5. Varianta 5

Tento návrh využívá vysouvací PVC zábrany, ovšem k vysunutí je využíván ozubený hřebek a pastorek. S tím souvisí i nutnost vedení s nízkým třením na opačné straně zábrany. Toho je dosaženo silonovými kluznými elementy na obou stranách zábrany, které se pohybují v ocelovém C-profilu. O pohon se stará elektromotor s čelní převodovkou *Nidec 404 327*. Díky velkému převodovému poměru není nutný žádný další mechanismus pro zamčení zařízení.

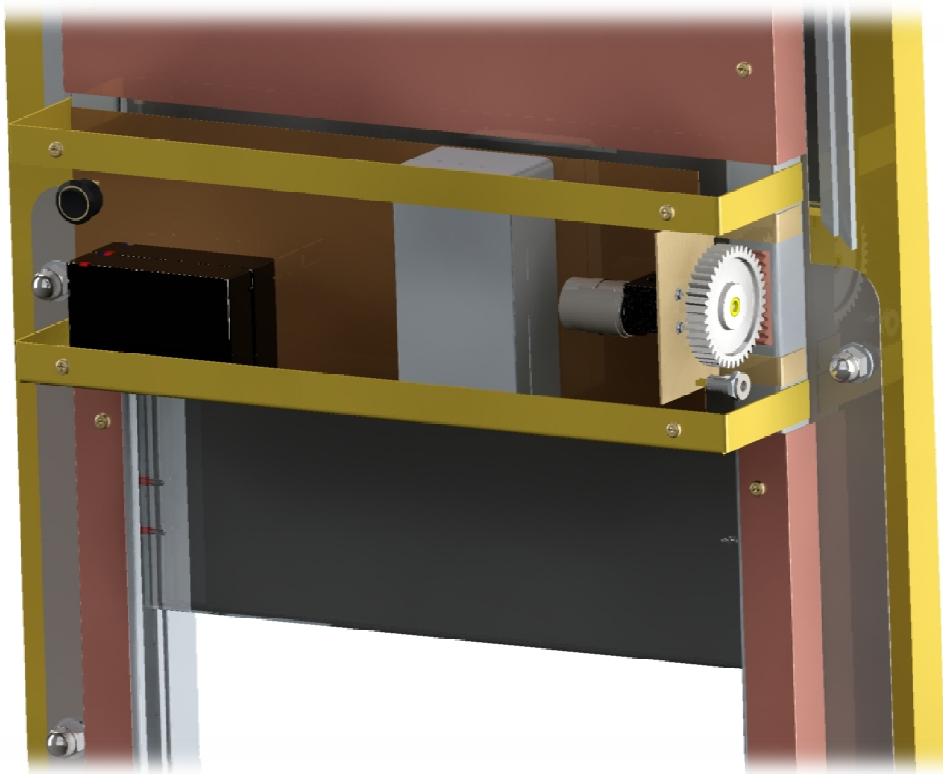
Nevýhodou tohoto návrhu je nutnost zabezpečit citlivé zavírání nebo vybavit zařízení optickými senzory pro zjištění překážek v průchodu. Zábrana je přímo spojena s motorem ozubeným převodem, což by mohlo při zavírání způsobit zranění zvířete.

Zařízení je k rámu připevněno pomocí kotevního plechu a 6ks vratových šroubů M10×40, z vnitřní strany jsou použity uzavřené matice. Vstupní otvor je z venkovní strany obložen ohýbanými nerezovými plechy. Kolébkový vypínač i konektor napájení se nachází v prostřední části zařízení.

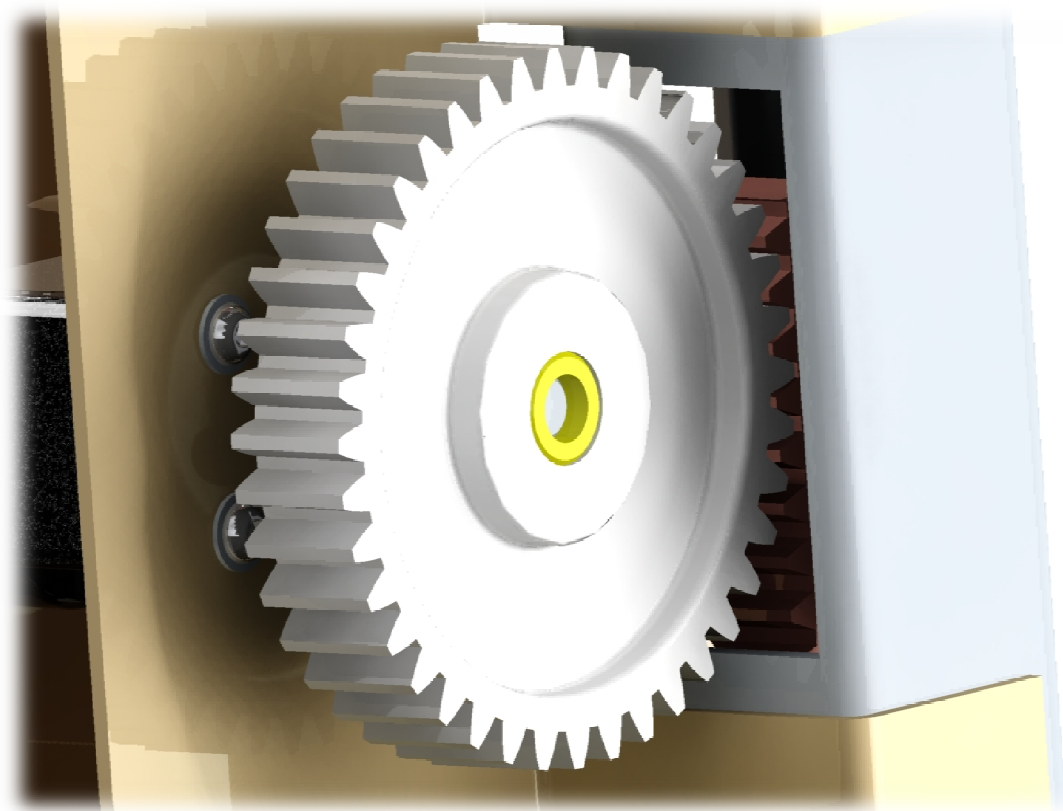


Obr. 3.14 - varianta 5





Obr. 3.15 - varianta 5 - pohon



Obr. 3.16 - varianta 5 - pastorek



## 4. Volba optimální varianty

Pro objektivní posouzení vhodné varianty řešení byla použita hodnotová analýza. Posuzováno bylo celkem 10 kritérií, kterým byla přidělena hodnota od 1 do 6. Porovnáváním jednotlivých párů kritérií bylo dosaženo váhy významnosti daných kritérií. V následujících tabulkách je zaznamenán průběh celé hodnotové analýzy.

### 4.1. Posuzovaná kritéria

#	Kritérium	Charakteristika kritéria
<b>k1</b>	Konstrukce	Složitost konstrukce, výrobní náročnost
<b>k2</b>	Mechanismus otevírání	Způsob otevírání, zavírání
<b>k3</b>	Použité pohony	Pohon pro otevírání / zamykání
<b>k4</b>	Cena	Předběžná cena pohonů při koupi 1ks / 50ks
<b>k5</b>	Bezpečnost	Bezpečnost zvířete při průchodu / bezpečnost proti vloupání
<b>k6</b>	Hmotnost	Hmotnost zařízení
<b>k7</b>	Rozměry	Rozměry zařízení
<b>k8</b>	Velikost vstupního otvoru	Rozměry vstupního otvoru pro pohodlný průchod zvířete
<b>k9</b>	Složitost montáže	Složitost montáže zařízení na dveře
<b>k10</b>	Napájení	Parametry napájecího zdroje (akumulátoru)

Tab. 4.1 - posuzovaná kritéria

### 4.2. Váha významnosti kritérií

Porovnávané páry kritérií – Martin Kiszka									Počet voleb	Pořadí	Váha významnosti
<b>k1</b>	k1	k1	<b>k1</b>	k1	k1	k1	<b>k1</b>	k1	1,5	6 ÷ 8	1,23
<b>k2</b>	k3	<b>k4</b>	<b>k5</b>	<b>k6</b>	<b>k7</b>	<b>k8</b>	<b>k9</b>	k10			
	<b>k2</b>	k2	k2	k2	<b>k2</b>	k2	k2	k2	1,5	6 ÷ 8	1,23
	<b>k3</b>	<b>k4</b>	<b>k5</b>	k6	<b>k7</b>	<b>k8</b>	k9	k10			
		<b>k3</b>	k3	k3	k3	k3	k3	<b>k3</b>	1,5	6 ÷ 8	1,23
		<b>k4</b>	<b>k5</b>	k6	k7	<b>k8</b>	k9	<b>k10</b>			
			<b>k4</b>	<b>k4</b>	k4	k4	<b>k4</b>	<b>k4</b>	6,5	1	2,00
			k5	k6	k7	k8	k9	k10			
				<b>k5</b>	k5	k5	k5	<b>k5</b>	4,5	2 ÷ 3	1,69
				k6	k7	k8	k9	k10			
					<b>k6</b>	k6	<b>k6</b>	k6	2,5	5	1,38
					k7	<b>k8</b>	<b>k9</b>	k10			
						<b>k7</b>	<b>k7</b>	k7	3	4	1,46
						<b>k8</b>	k9	k10			
							k8	k8	4,5	2 ÷ 3	1,69
							k9	k10			
								k9	1	9	1,15
								k10	0,5	10	1,08

Tab. 4.2 - porovnávané páry kritérií - Martin Kiszka

Porovnávání páry kritérií – Ing. Michal Gloger									Počet voleb	Pořadí	Váha významnosti
k1 k2	k1 k3	k1 k4	k1 k5	k1 k6	k1 k7	k1 k8	k1 k9	k1 k10	1	9	1,18
	k2 k3	k2 k4	k2 k5	k2 k6	k2 k7	k2 k8	k2 k9	k2 k10	2,5	5 ÷ 6	1,45
		k3 k4	k3 k5	k3 k6	k3 k7	k3 k8	k3 k9	k3 k10	1,5	7 ÷ 8	1,27
			k4 k5	k4 k6	k4 k7	k4 k8	k4 k9	k4 k10	5,5	1	2,00
				k5 k6	k5 k7	k5 k8	k5 k9	k5 k10	5	2	1,91
					k6 k7	k6 k8	k6 k9	k6 k10	2,5	5÷6	1,45
						k7 k8	k7 k9	k7 k10	1,5	7÷8	1,27
							k8 k9	k8 k10	3	4	1,55
								k9 k10	4	3	1,73
									0,5	10	1,09

Tab. 4.3 - porovnávání páry kritérií – Ing. Michal Gloger

### 4.3. Hodnocení kritérií

Hodnoty kritérií	
6	Vysoká úroveň
5	Dobrá úroveň
4	Průměrná úroveň
3	Nízká úroveň
2	Nevyhovující úroveň
1	Nepříznivý stav

Tab. 4.4 - stupnice hodnocení kritérií

#	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
k1	Ocelové profily a plechy, Nerezové plechy, PVC desky, Hliníkové profily				
k2	Výsuvná deska	Výsuvná deska	Výklopná zábrana	Rozevírací, 2 křídla	Výsuvná deska
k3	Valeo 404 166 / -	Valeo 404 166 / F0730	F1250 / F1039	- / F1250	Nidec 404 327 / -
k4	1 320,-Kč / 950,- Kč	2 716,-Kč / 1 578,- Kč	3 170,- Kč / 872,- Kč	1 753,- Kč / 657,- Kč	1 390,- Kč / 930,- Kč
k5	Vysoká / Střední	Vysoká / Vysoká	Střední / Střední	Střední / Nízká	Nízká / Střední
k6	14,95 kg	13,87 kg	14,93 kg	8,216 kg	13,78 kg
k7	1130×400×41(91)	1122×450×31(76)	670×400×62	540×440×42	1023×420×31(91)
k8	440×350	450×340	490×340	440×350	420×350
k9	Vysoká	Nízká	Střední	Nízká	Vysoká
k10	12V/3,5 A	12V/2,6A	12V/4A	12V/1,5A	24V/1A

Tab. 4.5 - parametry kritérií navržených variant

## Udělené hodnocení kritérií

#	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
k1	4	5	5	5	3
k2	5	6	4	4	5
k3	5	5	4	5	5
k4	6	4	2	5	6
k5	4	6	3	3	2
k6	3	5	3	6	5
k7	4	4	5	6	4
k8	4	6	5	4	3
k9	2	5	3	5	2
k10	4	5	3	6	3

Tab. 4.6 - hodnocení kritérií

### 4.4. Vážený index kritérií a zhodnocení

#	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5
k1	4,83	6,03	6,03	6,03	3,62
k2	6,71	8,06	5,37	5,37	6,71
k3	6,26	6,26	5,01	6,26	6,26
k4	12,00	8,00	4,00	10,00	12,00
k5	7,20	10,80	5,40	5,40	3,60
k6	4,26	7,10	4,26	8,52	7,10
k7	5,47	5,47	6,84	8,20	5,47
k8	6,48	9,71	8,09	6,48	4,86
k9	2,88	7,20	4,32	7,20	2,88
k10	4,34	5,42	3,25	6,50	3,25
$\Sigma$	<b>60,42</b>	<b>74,05</b>	<b>52,57</b>	<b>69,97</b>	<b>55,75</b>
Pořadí	3	1	5	2	4

Tab. 4.7 - výpočet vážených indexů kritérií

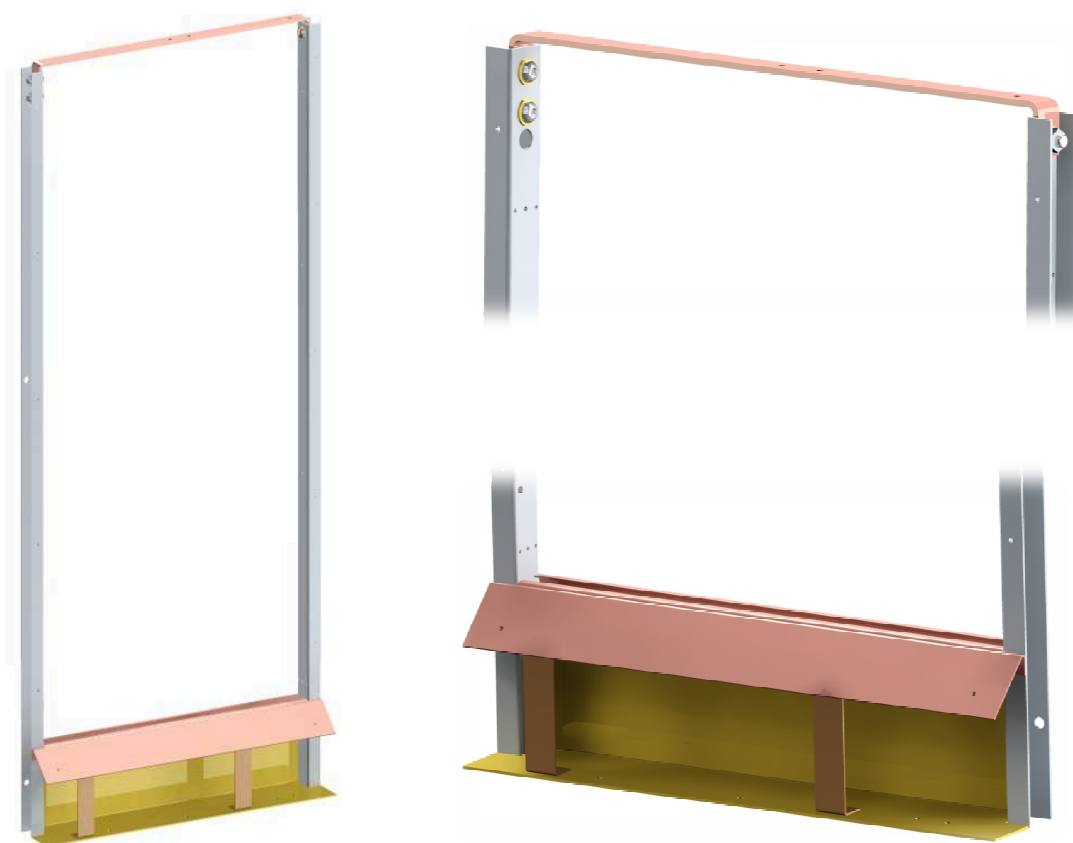
Na základě hodnotové analýzy byla vybrána jako optimální varianta 2. To je dáno především výsuvnou zábranou umístěnou ve vedení s nízkým třením, jednoduchostí montáže bez potřeby dodatečného krytí otvoru, bezpečností a relativně malou hloubkou zařízení.

## 5. Konstrukční řešení

### 5.1. Rám

Po vybrání optimální varianty byl vítězný návrh detailně rozpracován. Z důvodu snadné vyrobitelnosti, jednoduchosti a co nejnižší ceny při výrobě jednoho (testovacího) kusu jsou použity konvenční materiály a profily.

Rám je tvořen svařovanými ocelovými profily. Základ tvoří ohýbaný plech tloušťky 2 mm, jákkel 30×15×1,5 mm a po stranách U-profil 30×20×2 mm. Pro zpevnění a krytí spodní části s pohonem a elektronikou je k rámu přivařen i ohýbaný plech tloušťky 1,5 mm, který je navíc doplněn dvěma výztuhami o stejné síle. Horní výztuha, tvořena plochou ocelí 20×4 mm, zpevňující vrchní část rámu, je demontovatelná z důvodu snazší instalace zábrany.

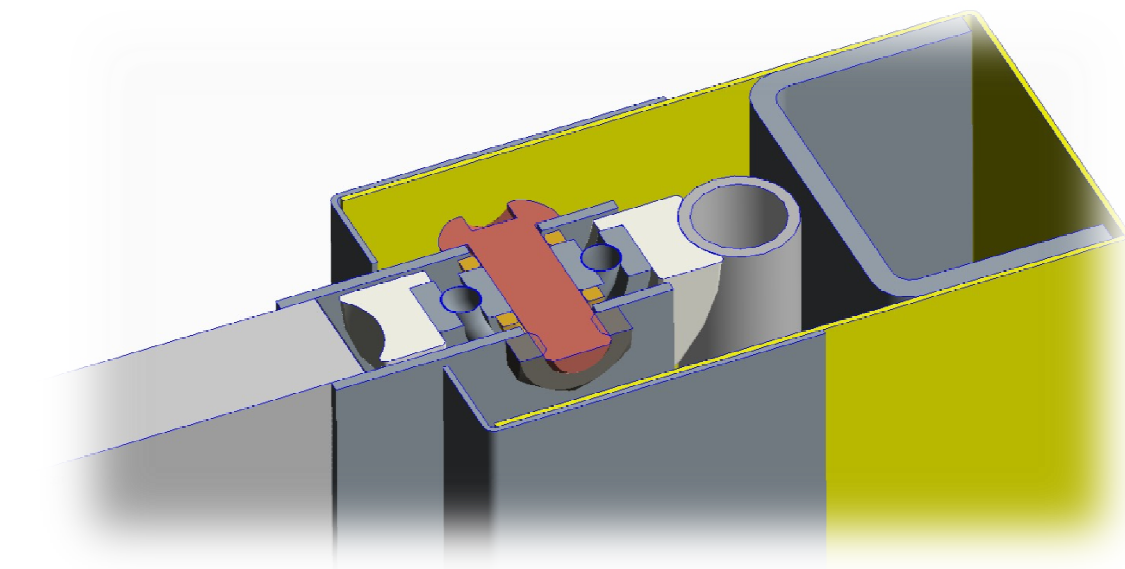


Obr. 5.1 - svařovaný rám

### 5.2. Vedení zábrany

Základem vedení s nízkými třecími ztrátami je nerezová trubka  $\phi 10 \times 2$  mm upevněna pomocí plechových spon, která je v několika místech podepřena plastovými sedlovými podložkami a stavěcími šrouby. Po trubce se odvalují plastové tvarované kladky osazené kuličkovými ložisky 626 [22]. Kladky jsou vyrobeny z polyamidu PA6 (silon), je

však možné použití polykarbonátu a 3D tisku. Kladky jsou zapuštěny v zábraně a upevněny mezi nerezovými plechy. Samotné vedení je snadno seřiditelné stavěcími šrouby pro zajištění hladkého chodu.



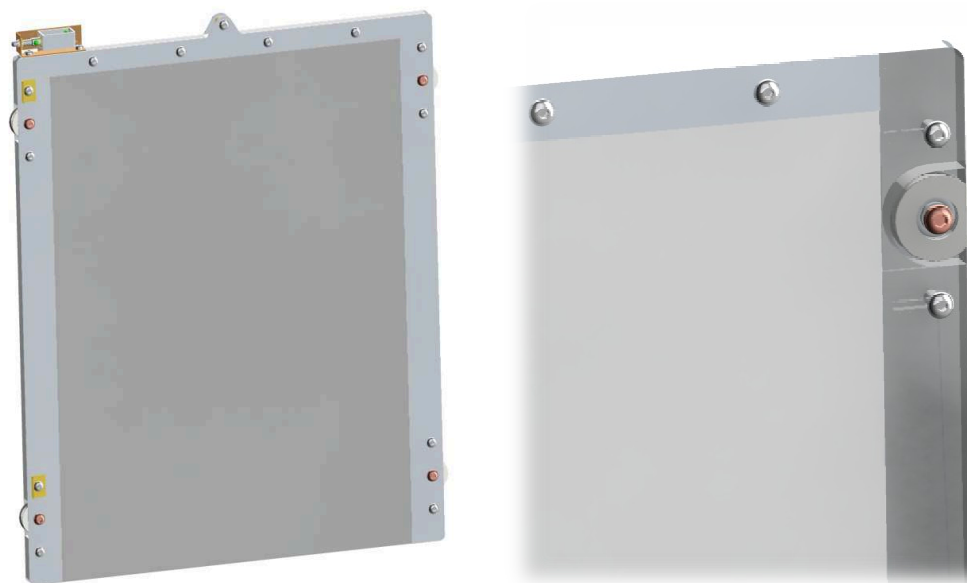
Obr. 5.2 - řez vedením

### 5.3. Zábrana

Zábrana je tvořena PVC Medur [39] o síle 10 mm. Kromě výřezů pro kladky je opatřena otvory pro montáž nerezových plechů tloušťky 0,5 mm, které slouží pro zpevnění zábrany, jako třecí plochy pro těsnící kartáčky a pro montáž již zmíněných kladek.

Použitý materiál zábrany je odolný vůči vlhkosti, povětrnostním vlivům, kyselinám i louhům. Vyznačuje se chemickou i světelnou stálostí, snadnou obrobiteľností a nesnadnou hořlavostí. Modul pružnosti 2600 MPa je z hlediska bezpečnosti (prokopnutí, náraz tupým předmětem) dostatečný.

Povrch PVC je hladký a lesklý, je možno ho lakovat nebo potáhnout fólií. Barva zábrany je volitelná – v našem případě výchozí bílá.



Obr. 5.3 - zábrana a zapuštění kladky

## 5.4. Pohon

O pohon se stará elektromotor se šnekovou převodovkou Valeo 404 166 [7]. Tento model je napájen 12V a při daném zatížení má odběr cca 2,8 A. Výstup převodovky je řešen drážkovaným otvorem, tudíž je možno navrhnout vlastní hřídel pro konkrétní účel.

Zábrana je zvedána přes soustavu kladek nerezovým lankem [20] o průměru 3 mm, které je namotáváno na naviják. Použité lanko může být nahrazeno syntetickými ekvivalenty při dodržení maximálního průměru 4 mm. Naviják má průměr 70 mm a pro zvednutí zábrany se otočí jen 2x. Díky tomu je omezeno zadrhávání a křížení lanka při navíjení.

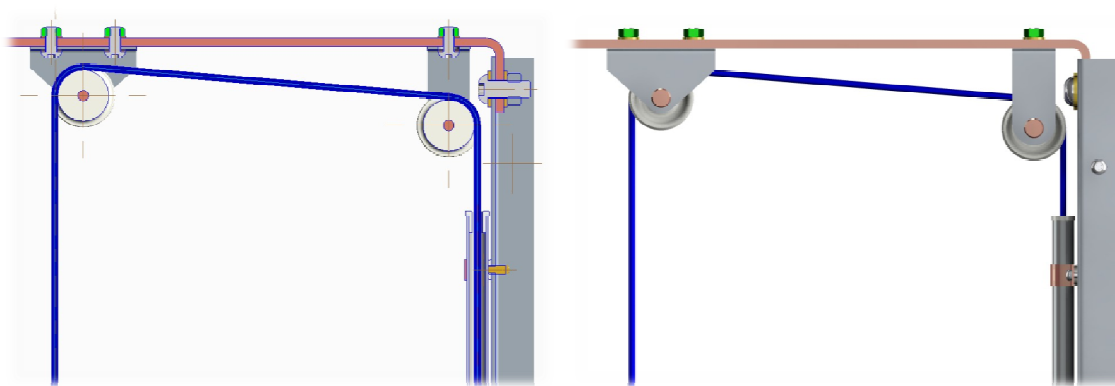
Celá sestava pohonu je upevněna na ohýbaném plechu tloušťky 2 mm, který je přišroubován ke spodní části rámu dvojicí šroubů M5. Spojení s rámem je díky podélné drážce nastavitelné pro ideální seřízení kladky a dráhy lanka.



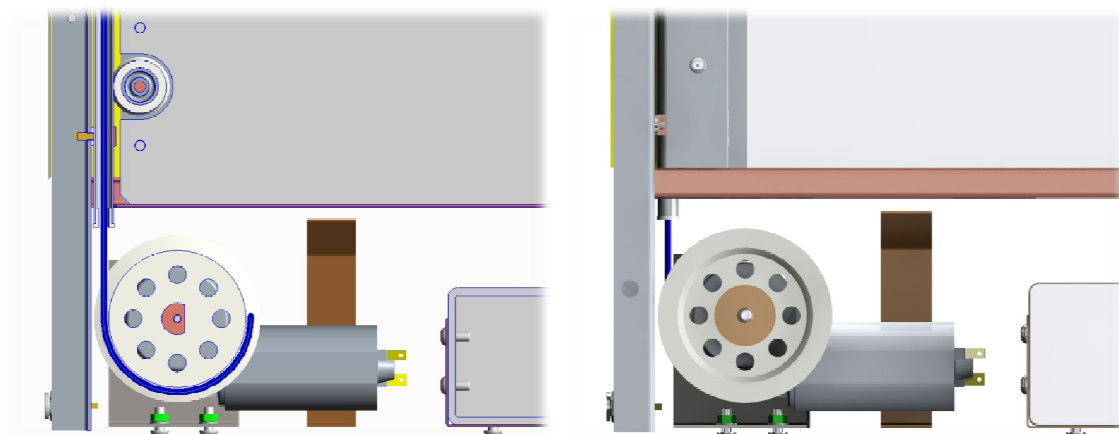
Obr. 5.4 - pohon

## 5.5. Vedení lanka

Nerezové lanko je upevněno k zábraně ovinutím kolem šroubu M5 a následným zajištěním lanovou svorkou. Je možno použít očnici pro vytvoření pravidelného oka kolem šroubu, vzhledem k nízké hmotnosti břemene ale není nutná. Poté je lanko vedeno přes dvojici profilovaných plastových kladek [16]. Ty jsou umístěny na čepech s dvojicí kluzných ložisek do plechu. Plechové držáky jsou vybaveny drážkou pro opětovnou možnost nastavení optimální dráhy lanka. Následně je lanko vedenou jednou z nerezových trubek vedení. Oba konce trubky jsou opatřeny plastovým kluzným ložiskem pro eliminaci případného kontaktu hran trubky a lanka. Konec trubky ústí v blízkosti navijáku s vysokými bočnicemi, které zamezují spadnutí lanka z navijáku.



Obr. 5.5 - vedení lanka 1

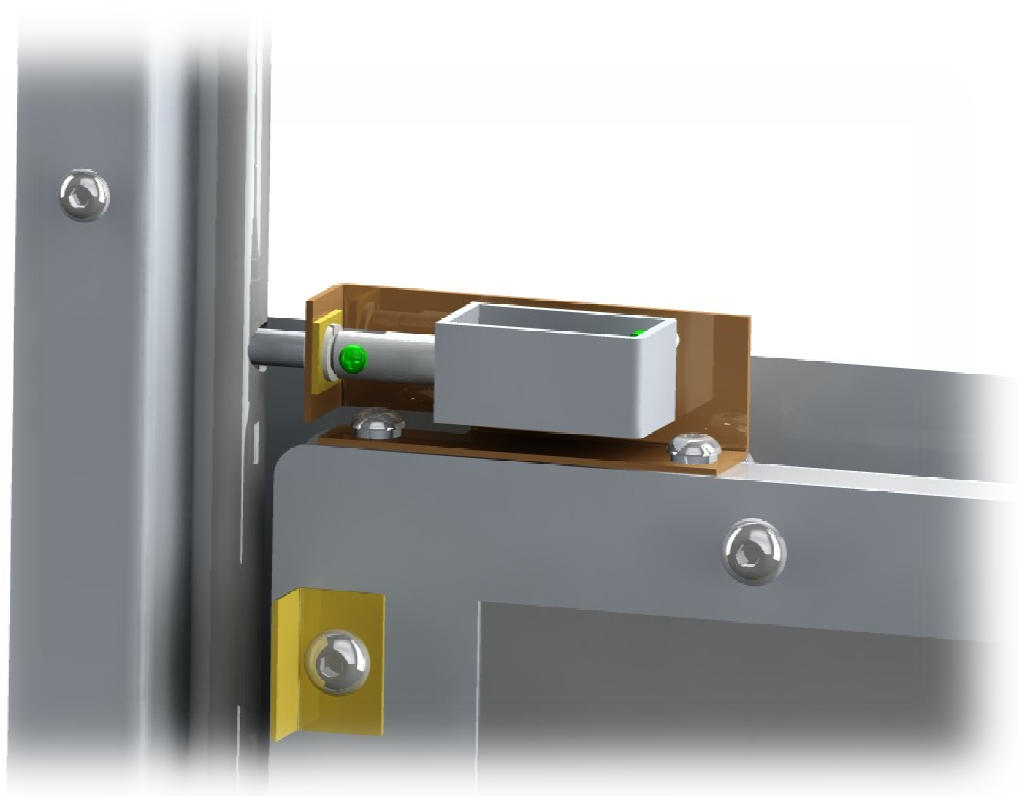


Obr. 5.6 - vedení lanka 2

## 5.6. Zámek

K uzamčení dveří slouží otevřený tažný solenoid F0730 [28]. Ten je upevněn v držáku z ohýbaného plechu tloušťky 1 mm, který je přišroubován k zábraně. Solenoid pohybuje ocelovým jezdcem, který při zamčení zapadá do otvoru ve vedení. Jezdec se posouvá v kluzném ložisku. Zamknutí obstarává pružina, která je součástí solenoidu. Ten se stará pouze od vysunutí jezdce z kulisy při aktivaci dveří a je aktivní po celou dobu otevření

dveří. Toto řešení bylo zvoleno pro své malé rozměry, hmotnost a bezpečnost. Běžné servomechanismy s potřebnou délkou dráhy chodu vyžadovaly větší zástavbový prostor nebo pákový mechanismus.



Obr. 5.7 - zámek ovládaný solenoidem

## 5.7. Napájení

Z důvodu bezpečnosti je zařízení napájeno nízkým stejnosměrným napětím pomocí síťového napájecího adaptéru umístěného mimo zařízení. Případný zabudovaný síťový adaptér vyžaduje přívod plného síťového napětí 230V AC, zde ovšem hrozí nebezpečí překousání přívodního kabelu zvířetem a jeho možné poranění.

Proto je zařízení vybaveno napájecím konektorem 5,5/2,1 mm ve spodní části a externím napájecím adaptérem na 12 nebo 15V. První varianta je možná pouze při absenci záložního akumulátoru, v tom případě je požadovaný výstup zdroje alespoň 12V/4A. Při použití záložního akumulátoru je nutné zvýšit napájecí napětí na 14V nebo využít přídavný DC-DC\* měnič. Jednodušším řešením je použití napájecího adaptéru s výstupem alespoň 15V/3,5A. Vybrán byl nakonec napájecí síťový adaptér 15V/4,3A s odpovídajícím konektorem a maximálním výkonem 65 W [25].

---

\* *Direct Current (DC)* – stejnosměrný elektrický proud [35]



V horní části dveří je umístěn kolébkový spínač pro zapnutí nebo vypnutí celého zařízení. Volitelně lze dveře vybavit časovým spínačem pro automatické zapnutí nebo vypnutí v nastavené hodiny (především vypnutí v noci).



Obr. 5.8 - napájecí síťový adaptér [25]

## 5.8. Elektroinstalace

Vyhodnocovací elektronika včetně silových členů pro spouštění motoru je umístěna ve voděodolné plastové univerzální krabici (IP56) [17]. Ta se nachází ve spodní části zařízení společně s pohonem a záložním akumulátorem. Vývody pro kabely je možno umístit dle potřeby na kteroukoli stranu krabice. Konkrétní návrh elektroniky však není náplní této práce. Velikost krabice je proto možno měnit až do limitu vnitřního prostoru pouze s minimálními změnami držáku.



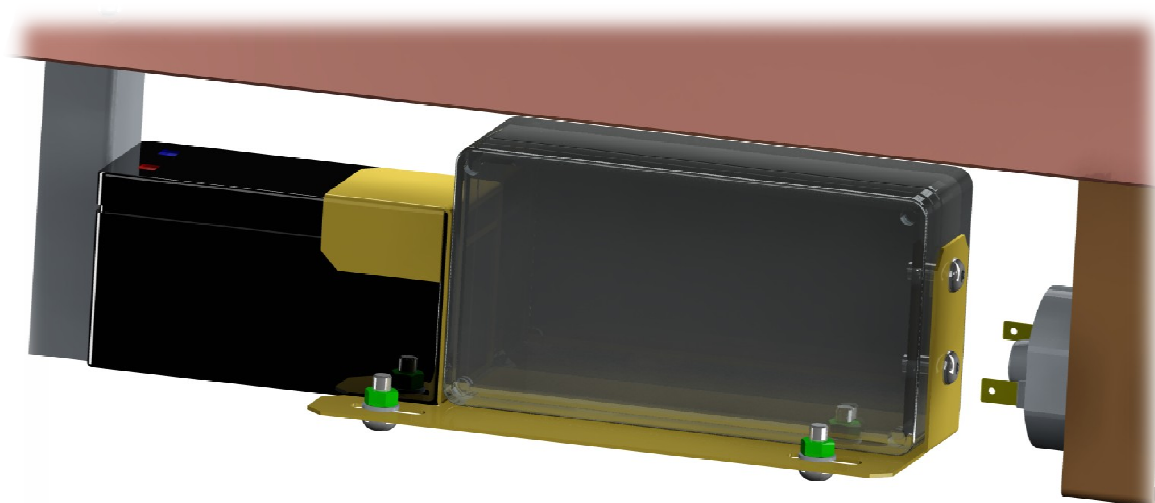
Obr. 5.9 - univerzální konstrukční krabice [17]

## 5.9. Záložní akumulátor

Zařízení může být zálohováno bezúdržbovým 12V olověným akumulátorem LONG [21] s kapacitou 1,2 Ah. Při použití akumulátoru je nutné zvýšit přiváděné napájecí napětí do zařízení na min. 14V z důvodu zabezpečení dobíjení. Akumulátor také pomáhá vyrovnávat odběrové špičky při spouštění elektromotoru.



Obr. 5.10 - akumulátor LONG [21]



Obr. 5.11 - zajištění akumulátoru a univerzální krabice

## 5.10. Koncové spínače

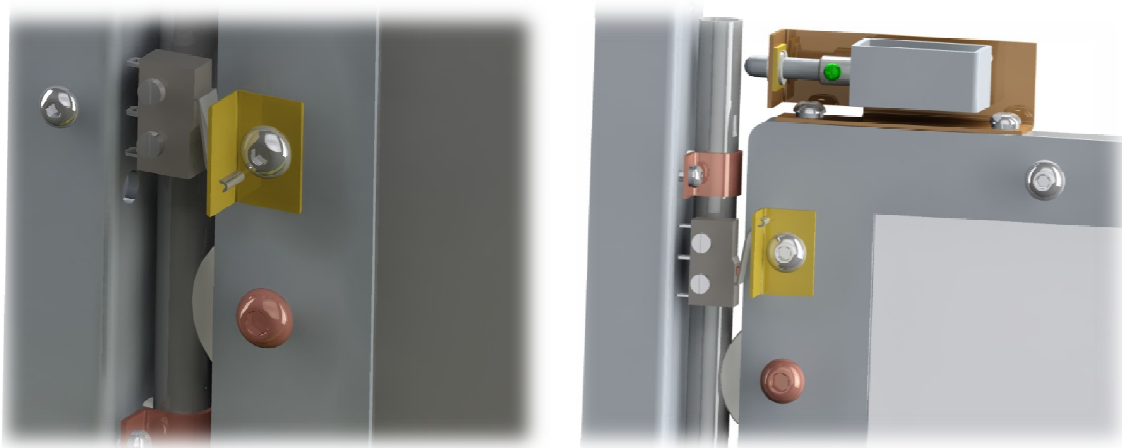
K detekci polohy zábrany byly použity mechanické mikrospínače se zaoblenou páčkou ZIPPY [24]. Dle výrobce je jejich elektrická životnost 6 000 cyklů a frekvence do 30 cyklů za minutu. Také jsou vybaveny dvojicí montážních otvorů.



Obr. 5.12 - mikrospínač ZIPPY [24]

Spínače jsou upevněny pomocí dvou šroubů M2,5×12 k jedné trubce vedení. Vzdálenost spínače od vedení lze měnit přidáváním podložek. Na zábraně jsou poté ve dvou místech připevněny plechové packy, které při příjezdu zábrany do koncové polohy sepnou požadovaný mikrospínač.

Z důvodu malého prostoru mezi kontakty spínače a rámem není možno použít faston konektory. Vodiče je tedy nutné pevně připájet na kontakty a řádně odizolovat od ocelové konstrukce.



Obr. 5.13 - koncové spínače

## 5.11. Kryty

Ačkoliv by bylo nejelegantnějším řešením použití plastových krytů, z důvodu ceny jsou použity tenké ohýbané plechy tloušťky 0,5 mm. Kryty jsou celkem čtyři. Největší díl je rovný plech zakrývající celou zadní část zařízení pouze s vyřezaným otvorem pro průchod a čtyřmi dírami pro ukotvení zařízení. Přední část kryje v horní oblasti již ohýbaný plech končící nad otvorem průchodu. V levém horním rohu je vybaven dírou pro kolébkový vypínač. Kolem otvoru pro průchod je další plech s odpovídajícím výřezem. Rozdělení předního krytu na dvě části je z důvodu možného pokroucení dlouhé tenké tabule plechu, čemuž nezabrání ani zahnuté hrany. Poslední plech kryje spodní část

s pohonem a elektronikou. Spáry mezi ohyby mohou být zavařeny nebo zalepeny odpovídajícím tmelem. Povrchová úprava krytů je lakování nebo nanesení práškové barvy.

Zadní plech je bodově přivařen, protože není nutná jeho demontáž. Ostatní plechy jsou připevněny imbusovými šrouby M4×10 DIN 7380, které se vyznačují esteticky zakulacenou hlavou s vnitřním šestihranem.

Kolem průchozího otvoru jsou navíc přinýtovány ohýbané nerezové plechy tloušťky 0,6 mm. Ty slouží především k ochraně zvířete před zraněními způsobené ostrými hranami krytů a zmenšují mezeru mezi kryty a zábranou. Navíc plní estetickou funkci a na rozdíl od hliníku nekorodují.

### **5.12. Těsnění**

K vyplnění prostoru mezi nerezovým obložením vstupu a zábranou slouží pásové těsnící kartáče [27]. Ty jsou vyrobeny ze syntetických materiálů odolávajících povětrnostním podmínkám.

Elastické kartáče jsou nalepeny na plechy obložení vstupu a jejich štětiny dosedají na nerezové plechy zábrany. Kartáče utěsňují dveře, aby nedocházelo k nežádoucím únikům tepla nebo průvanu.



Obr. 5.14 - pásové těsnící kartáče [27]

## 6. Senzorika

Komerčně vyráběné automatické dveře pro psy využívají nejčastěji magnetické, ultrazvukové nebo RFID\* senzory pro zjištění přítomnosti zvířete v blízkosti dveří. Standardní PIR\*\* čidla nejsou pro tuto aplikaci vhodné, protože by otevřely dveře každému pohybujícímu se předmětu vyzařující infračervené paprsky (teplo).

Použití magnetického senzoru na principu magnetu a jazýčkového relé je omezeno celokovovou konstrukcí zařízení. Přitahování magnetu na obojek psa ke kovové konstrukci dveří navíc snižuje komfort zvířete při průchodu.

Ultrazvukové tagy, které využívá firma *High Tech Pet Products* [26], jsou dle zákazníků velmi poruchové a firma o této technologii neprozrazuje žádné bližší podrobnosti.

Jako optimální se tedy jeví RFID technologie. Ta je hojně využívána v širokém spektru aplikací [9]. Využívá se v průmyslu pro identifikaci palet nebo výrobků během výroby/montáže. V obchodech je nasazována jako velmi účinná ochrana zboží před odcizením nebo přímo pro identifikaci zboží u pokladny. RFID karty a klíčenky jsou používány v docházkových systémech a k otevírání dveří nebo závor s omezeným přístupem. Nasazením ve zdravotnictví pro jednoznačnou identifikaci pacientů, léků a vzorků je omezen vznik chyb, které mohou vést k újmě na zdraví. Do RFID tagů je navíc možné načíst informace o velikosti 64 až 100 000 bitů.

RFID tagy se dělí na aktivní a pasivní. Aktivní tagy samy vysílají své údaje do okolí, mohou mít dosah až 100 metrů, ke svému provozu však potřebují baterii a jsou finančně nákladné. Pasivní varianty jsou výrazně levnější, odolnější a v závislosti na použité frekvenci mají dosah až 10 metrů.



Obr. 6.1 - loga RFID technologie [33]

\* *Radio Frequency Identification Device* – zařízení využívající k identifikaci radiové frekvence [31]

\*\* *Passive Infrared Sensor* – pasivní infračervený senzor, detekuje infračervené záření ve svém zorném poli [29]

Princip RFID technologie s pasivními tagy je následující:

*„Vysílač (snímač, čtečka) periodicky vysílá do okolí elektromagnetické pulsy. Pokud se v blízkosti objeví pasivní RFID čip, využije přijímanou energii k nabití svého napájecího kondenzátoru a odešle odpověď. Pasivní čipy dokážou vysílat buď jedno číslo (elektronické číslo produktu), určené při jejich výrobě, nebo disponují navíc ještě dodatečnou pamětí, do které lze zapisovat a číst další informace (například v případě elektronické peněženky).“ [31]*

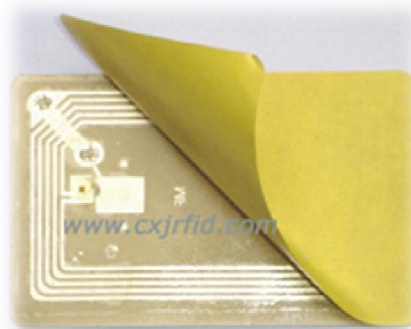
Pro danou aplikaci dostačuje nízkofrekvenční pasivní RFID tag s pracovní frekvencí do 500 kHz v ceně několika desítek až stovek korun. Požadavkem je vysoký stupeň krytí tagu (min. IP 57) který splňuje většina modelů s obvodem zataveným v plastovém pouzdře (Obr. 6.2). Vybírat je možno i ze specializovaných obojků se zabudovaným tagem (Obr. 6.3). V krajním případě by měl dostačovat i samolepící RFID tag (Obr. 6.4), avšak jeho životnost v případě nalepení na psí obojek nebude vysoká. Zkroucením obvodu navíc může klesat jeho dosah pod únosnou mez.



Obr. 6.2 - příklad RFID tagů s plastovým pouzdrem [8,12]



Obr. 6.3 - příklad obojku s RFID tagem [32]



Obr. 6.4 - příklad samolepícího RFID tagu [15]

Největší komplikaci představuje vysílač – anténa. Běžně dodávané RFID antény [19] jsou velice drahé a rozměrné. Ještě větší komplikací je fakt, že většina antén má pouze jednosměrnou detekci, v tom případě by byly potřeba antény dvě – pro pokrytí vnitřní a vnější strany dveří. To při ceně cca \$125 za jednu anténu (Obr. 6.5) představuje neadekvátní poměr mezi hodnotou dveří a vysílačů.



Obr. 6.5 - RFID vysílač (anténa) [19]

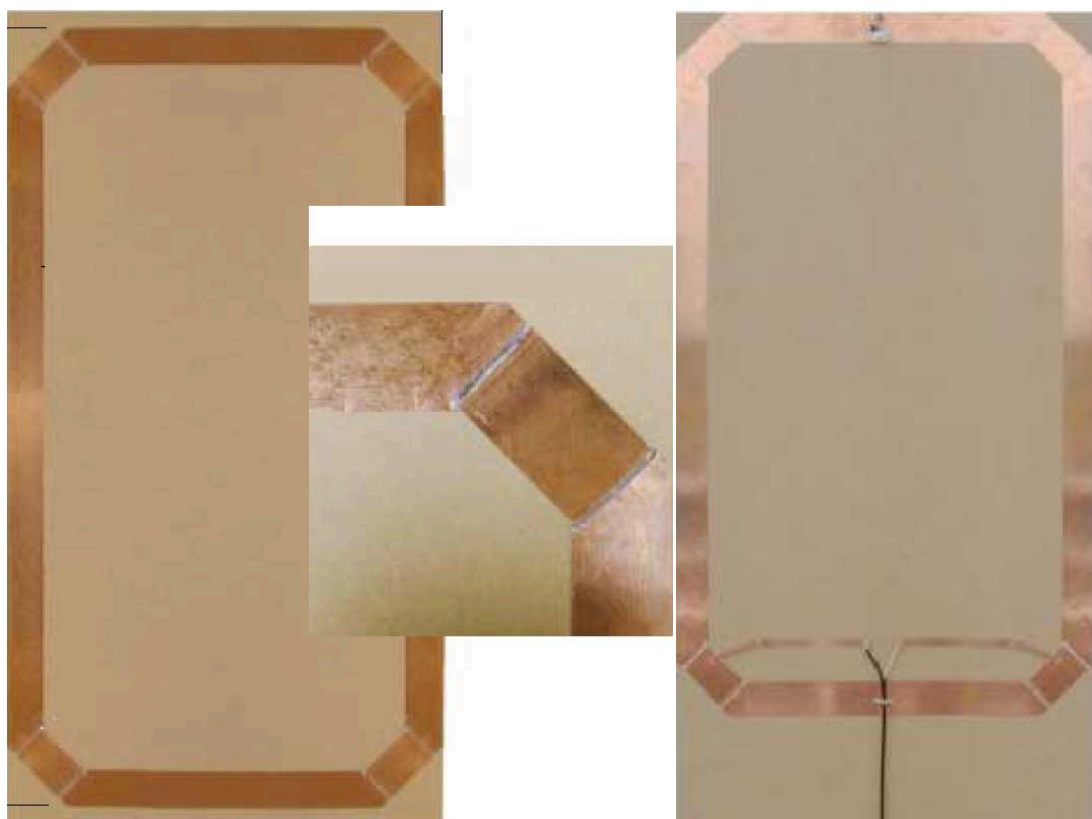
Dle veřejně dostupných podkladů [13,14] společnosti Texas Instruments je ovšem možné RFID vysílač vytvořit svépomocí při dodržení určitých postupů. Základem je vždy měděný pás, trubka nebo tištěný spoj o předepsaných rozměrech a malý regulovatelný oscilátor pro vytvoření rezonančního obvodu. Ten je doplněn o malý transformační obvod pro galvanické oddělení antény a výstupního signálu. Takto vyrobená anténa musí být oscilátorem seřízena pro detekci konkrétního tagu.

Z toho důvodu navrhuji umístit takto vyrobenou anténu do plastové zábrany dveří. Díky tomu budou signálem pokryty obě strany dveří a stínění způsobené ocelovou konstrukcí dveří bude minimalizováno. Ohebné kabely antény, vyvedené v horní části zábrany, společně s kabely solenoidu, ovládajícího zámek, mohou být umístěny v kabelovém řetězu. Ten však není bezpodmínečně nutný.



Materiál zábrany se vyrábí v různých tloušťkách, proto je možno zábranu složit ze dvou 5 mm desek nebo ještě lépe v 8 mm desce vyfrézovat plochu pro umístění antény a následně přiložit 2 mm desku. Zábrana není průhledná, tudíž estetický dojem nebude narušen. Navíc nerezové plechy po obvodu, v kombinaci s dostatečným počtem šroubů, zajistí odpovídající pevnost zábrany a přítlak obou desek k sobě.

Vlastní anténu představuje měděný pás sletovaný do obdélníku se sraženými rohy (Obr. 6.6). Ladění antény pro požadovanou frekvenci bude obstarávat oscilační člen (Obr. 6.7), taktéž umístěný v zábraně co nejblíže vlastní anténě. Výstupem bude pouze signál veden tenkým koaxiálním kabelem k vyhodnocovací elektronice ve spodní části dveří.



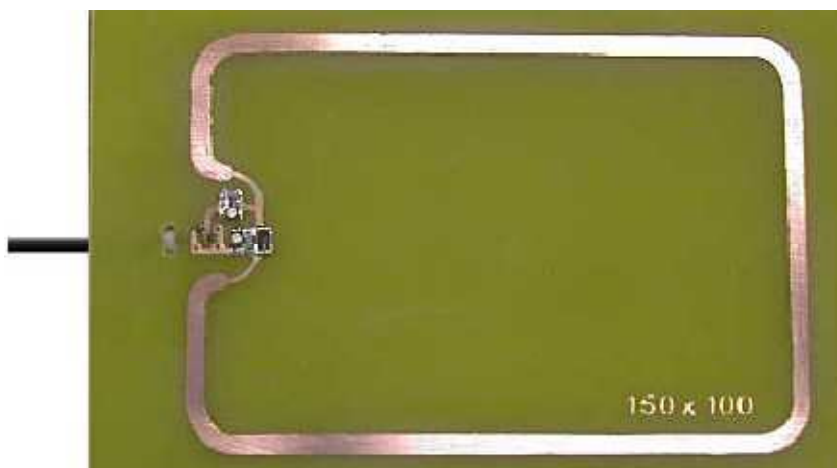
Obr. 6.6 - RFID anténa z měděného pásu [13]



Obr. 6.7 - oscilační obvod antény [14]



Kromě měděného pásu je možno využít i desky plošných spojů s vyleptanou anténou i cestami pro oscilační a transformační obvod (Obr. 6.8).



Obr. 6.8 - RFID anténa na desce plošných spojů [14]

Dosah výše uvedených antén je 200 mm až 1 m, to je pro danou aplikaci zcela dostačující. RFID tagy se musí s anténami spárovat, tudíž nelze dveře otevřít jakýmkoliv tagem, což přispívá k bezpečnosti dveří.

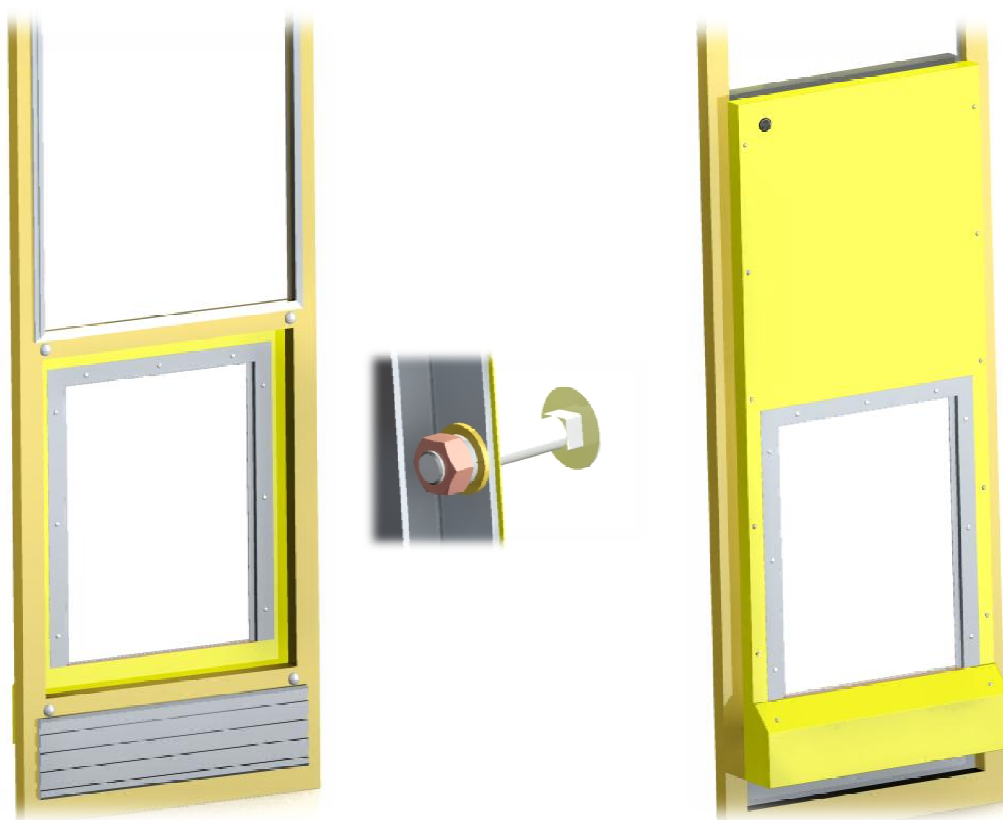
## 7. Instalace zařízení

Zařízení bude připevněno k ocelovému rámu se skleněnými výplněmi. Kromě odstranění spodní skleněné tabule a hliníkových profilů okolo ní je nutné navíc odstranit, nebo zkrátit vnitřní hliníkové profily horní skleněné tabule a spodní hliníkový kryt. Poté se do rámu v předepsaných místech vyvrtají 4 otvory průměru 9 mm. K použití vratových šroubů je nutné, aby díry měly z venkovní strany čtvercový tvar. Toho se dá v praxi snadno docílit malou deformací děr pomocí špičatého sekáče. Předem je ale nutno dočasně demontovat i horní skleněnou tabuli, v opačném případě hrozí její zničení způsobené otřesy.

Následně jsou sejmuty přední kryty automatických dveří a celé zařízení se nasadí na vratové šrouby již umístěné v připravených otvorech. Na konce šroubů jsou poté nasazeny podložky, pružné podložky a matice. Rovnoměrným utahováním matic otevřeným klíčem velikosti 13 je docíleno pevného ukotvení celého zařízení. Mezi rám a automatické dveře je možno před utažením matic vložit těsnící hmotu k eliminaci úniků tepla.

Poté stačí zpět namontovat kryty zařízení. Zde je nutné dbát opatrnosti při zapojování kolébkového vypínače a napájecího konektoru – oba tyto prvky jsou však vybaveny konektory faston pro rychlé a bezpečné připojení vodičů. Po instalaci krytů a jejich

zajištění šrouby M4 stačí zasunout vidlici napájecího adaptéru do napájecího konektoru, adaptér připojit do elektrické sítě a kolébkovým vypínačem spustit zařízení.



Obr. 7.1 - automatické dveře pro psy ukotvené k rámu

Použití vratových šroubů není bezpodmínečně nutné, dobře poslouží i běžné šrouby M8×40 v kombinaci se samojistnými maticemi ISO 7040, protože i přes případné uvolnění šroubů narušitelem dojde k prokluzu matic s podložkami a šroubový spoj, ačkoliv povolený, nepřestane plnit svou funkci.

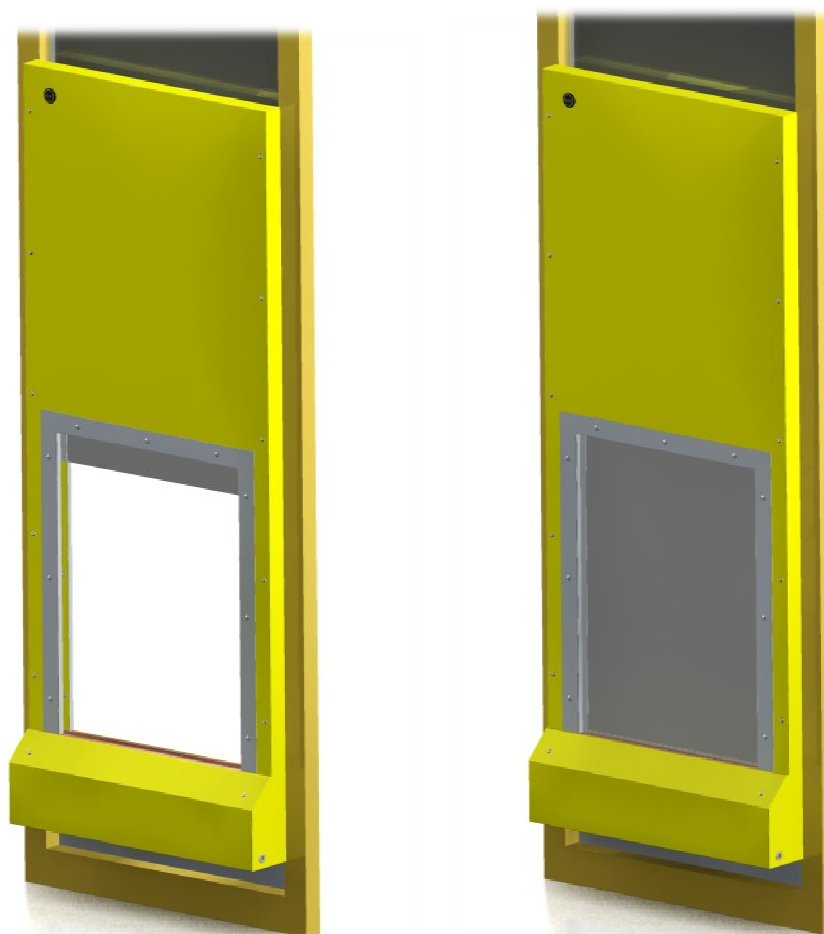
## 8. Pracovní cyklus

Pokud se zvíře s tagem, který byl s dveřmi spárován, přiblíží ke dveřím, je aktivován solenoid, který vytáhne jezdec zámku z kulisy. Následně je spuštěn elektromotor, který vytáhne zábranu do požadované výše, která je indikovaná koncovým spínačem. Zvíře v tomto okamžiku může volně projít otvorem. Během držení zábrany v horní poloze není nutné do motoru přivádět elektrickou energii, protože šneková převodovka s vysokým převodovým poměrem nedovolí samovolné spuštění zábrany.

Po nastavené době (5 sekund) je motor spuštěn s opačným smyslem otáčení a dochází ke klesání zábrany. Po dosednutí zábrany a sepnutí druhého koncového spínače je vypnut

motor i solenoid, jehož pružina vysune jezdec zámku do otvoru ve vedení, čímž dojde k zamčení dveří. Poté zařízení čeká na další aktivaci přiblížením tagu ke dveřím.

V případě, že je zvíře stále v oblasti zábrany i při jejím spouštění dolů, dojde buď k nové aktivaci cyklu (zábrana je opět vysunuta), nebo je zábrana spouštěna dále. Na zábranu však díky způsobu zavěšení na lanku působí pouze její vlastní gravitace, tudíž i pro menšího psa s hmotností kolem 10 kg nepředstavuje žádné nebezpečí a zpod zábrany se sám vyprostí.



Obr. 8.1 - automatické dveře pro psy - otevřeno/zavřeno

## 9. Výpočty

### 9.1. Výpočet točivého momentu elektromotoru

Elektromotor vysouvá zábranu pomocí lanka a systému dvou kladek. Každá kladka je umístěna na dvojici kluzných ložisek do plechu. Vedení zábrany s valivými elementy nepředstavuje z hlediska ztrát třením významný element. Těsnící kartáče jsou z větší části v kontaktu s nerezovými plechy po obvodu zábrany. Zde už nejsou třecí ztráty přesně

definovatelné. Z tohoto důvodu předpokládáme účinnost celého systému výsuvu zábrany 90%.

Zábrana je tažena do výšky 420 mm nad dosedací plochou, část zábrany je tedy stále viditelná (přibližně 40 mm) i při úplném otevření dveří. Doba rozjezdu a zastavení elektromotoru je zanedbatelná.

#### Vstupní hodnoty:

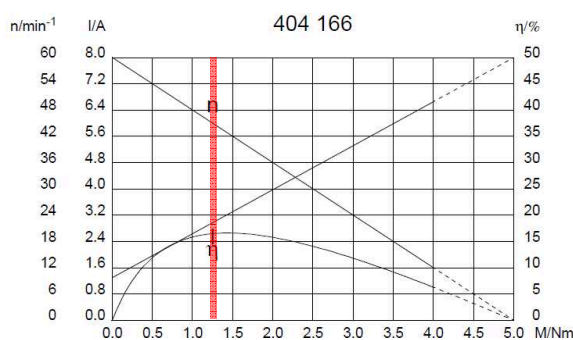
Hmotnost břemene	$m = 3,2854 \text{ kg}$	
Průměr navijáku	$d = 70 \text{ mm}$	
Účinnost systému	$\eta = 0,9$	
Tíhové zrychlení	$g = 9,8066 \text{ m/s}^2$	[38]

#### Výpočet tíhové síly působící na břemeno:

$$F_g = m \cdot g = 3,2854 \cdot 9,8066 = 32,2187 \text{ N} \quad [38]$$

#### Výpočet potřebného točivého momentu

$$M = F_g \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{1}{\eta} = 32,2187 \cdot \frac{70}{2} \cdot \frac{1}{0,9} = 1252,95 \text{ Nmm} = 1,2529 \text{ Nm} \quad [18]$$



Obr. 9.1 - momentová charakteristika elektromotoru

Z momentové charakteristiky elektromotoru [7] je jasně patrné, že při daném zatížení pracuje elektromotor s nejvyšší účinností, jeho otáčky jsou v tomto případě  $45 \text{ min}^{-1}$  a odebíraný proud má hodnotu 2,9 A. Navíc je motor dostatečně dimenzován a v případě potřeby je schopen podat i více než dvojnásobný výkon.

## 9.2. Výpočet času potřebného k otevření dveří

Vstupní hodnoty:

Délka výsuvu  $L = 420 \text{ mm}$

Průměr navijáku  $d = 70 \text{ mm}$

Otáčky navijáku  $n = 45 \text{ min}^{-1}$

Výpočet rychlosti výsuvu zábrany:

$$v = \frac{n}{60} \cdot \pi \cdot d = \frac{45}{60} \cdot \pi \cdot 70 = 164,9336 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1} \cong 0,165 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad [34]$$

Výpočet doby výsuvu zábrany:

$$t = \frac{L}{v} = \frac{420}{164,9336} = 2,5465 \text{ s} \quad [34]$$

Výpočet počtu otáček navijáku:

$$n_n = \frac{L}{\pi \cdot d} = \frac{420}{\pi \cdot 70} = 1,9099$$

Z výpočtů vyplývá, že doba otevření dveří je pod požadované 3 sekundy i s přihlédnutím k nutnému rozběhu elektromotoru. Během výsuvu zábrany se kladka neotočí ani 2x kolem své osy, díky tomu je minimalizováno možné zadrhávání lanka. V případě komplikací lze do kladky navíc vysoustružit šroubovicovou drážku pro přesné navíjení lanka. Zavření dveří následně trvá dvě sekundy, protože motor běží na maximální otáčky.

## 9.3. Výpočet kapacity akumulátoru

Akumulátor slouží k zálohování zařízení alespoň po dobu 3 hodin nebo 40 cyklů otevření/zavření. Proudový odběr elektromotoru i solenoidu je znám, v případě vysílače a vyhodnocovací elektroniky jde však o velmi hrubý odhad (cca 4W, vysílač navíc pracuje přerušovaně). Doba cyklu pro otevření a následné zavření dveří je 10 sekund, přičemž dveře jsou zcela otevřeny 5 sekund.

### Vstupní hodnoty:

Doba cyklu	$t_c = 10 \text{ s}$	
Doba sepnutí solenoidu	$t_s = 10 \text{ s}$	
Doba sepnutí elektromotoru (otevření)	$t_{m1} = 3 \text{ s}$	
Doba sepnutí elektromotoru (zavření)	$t_{m2} = 2 \text{ s}$	
Doba v klidovém režimu	$t_{sb} = 3 \text{ h}$	
Napájecí napětí	$U = 12 \text{ V}$	
Proudový odběr solenoidu	$I_s = 0,733 \text{ A}$	[28]
Proudový odběr elektromotoru (otevření)	$I_{m1} = 2,9 \text{ A}$	[7]
Proudový odběr elektromotoru (zavření)	$I_{m2} = 1,4 \text{ A}$	[7]
Proudový odběr vysílače a elektroniky	$I_e \approx 0,33 \text{ A}$	

### Výpočet potřebné kapacity akumulátoru pro jeden cyklus

$$Q_c = \frac{t_s \cdot I_s + t_{m1} \cdot I_{m1} + t_{m2} \cdot I_{m2} + t_c \cdot I_e}{3600} = \frac{10 \cdot 0,733 + 3 \cdot 2,9 + 2 \cdot 1,4 + 10 \cdot 0,33}{3600} = 0,006156 \text{ Ah [6,11]}$$

### Výpočet potřebné kapacity akumulátoru pro 40 cyklů

$$Q_{c40} = Q_c \cdot 40 = 0,006156 \cdot 40 = 0,2092 \text{ Ah}$$

### Výpočet potřebné kapacity akumulátoru pro 3 hodiny klidového stavu

$$Q_{sb} = t_{sb} \cdot I_e = 3 \cdot 0,33 = 0,99 \text{ Ah [6,11]}$$

Z výpočtů je patrné, že zvolený akumulátor LONG [21] s kapacitou 1,2 Ah plně dostačuje pro zálohování zařízení po potřebnou dobu. Pro navýšení doby, po kterou automatické dveře vykonávají svou funkci i při výpadku napájení, lze připojit druhý akumulátor paralelně ke stávajícímu.

## 10. Závěr

Bakalářská práce se nejprve zabývala analýzou současné situace na trhu s automatickými dveřmi pro psy a zjištěním požadavků zákazníků. Z ní vyplývá, že nároky jsou kladeny především na cenu a bezpečnost těchto zařízení. Taktéž byla vybrána cílová skupina zákazníků, a sice chovatelů středních a větších plemen psů.

Následně bylo vytvořeno 5 možných variant řešení, přičemž každá varianta byla zpracována ve formě detailního 3D modelu v pracovním prostředí programu PTC Creo 1.0. Navržená řešení využívala různých principů otevírání při zachování konstrukční jednoduchosti, nízké ceny i ostatních vytyčených požadavků. Následně byla za pomoci hodnotové analýzy vybrána neoptimálnější varianta řešení. Ta se vyznačuje především odolnou výsuvnou zábranou umístěnou ve vedení s nízkým třením, jednoduchostí montáže bez potřeby dodatečného krytí vstupního otvoru a bezpečností.

Neoptimálnější varianta byla poté detailně rozpracována. Rám je tvořen svařovanými ocelovými profily, zábrana se zabudovanou anténou je vyrobena z tvrzeného PVC, k pohonu slouží motor se šnekovou převodovkou a k zamykání zařízení je použit tažný solenoid. O napájení se stará externí síťový adaptér, v případě výpadku elektrické energie je však zařízení vybaveno záložním akumulátorem. Nastavitelné vedení zábrany je vybaveno valivými elementy pro co nejnížší ztráty vzniklé třením. Kryty jsou z ekonomických důvodů plechové, o minimalizaci tepelných ztrát se stará kartáčové těsnění okolo průchodu.

Největší problém představovala použitá senzorika. Technologie RFID je nasazována ve stále větším měřítku, pořizovací náklady vysílačů (antén) jsou však nadále vysoké. Z toho důvodu bylo navrženo vlastní řešení vysílače na základě dostupných materiálů společnosti Texas Instruments. Takto navržená anténa je umístěna v samotné zábraně a pokrývá signálem obě strany zařízení. Přijímač pak tvoří pasivní RFID tag v ceně nejvýše několika set korun. Dosah použitých senzorů je 200 – 500 mm.

K pohodlné obsluze automatických dveří slouží kolébkový spínač v horní části zařízení. Kryty i zábranu je možné dodat v široké škále barevných odstínů, přičemž zábrana může být potažena barevnou folií s vzorem.

I když bylo zařízení konstruováno s omezením na jeden testovací kus a pro montáž na konkrétní umístění, není problém jeho širší využití. Cenová kalkulace se nachází v příloze.

Potenciální zákazník v případě pořízení tohoto zařízení jen nainstaluje automatické dveře pro psy na vstupní dveře, tenkou stěnu nebo jinou pevnou podložku s vyřezaným

otvorem pro průchod, připojí napájecí adaptér do sítě a vybaví obojek svého psa dodaným RFID tagem.



Obr. 10.1 – navržené automatické dveře pro psy



## 11. Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- [2] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1996. 32 s.
- [3] KONEČNÝ, Zdeněk. *Základy technické dokumentace*. Ostrava: VŠB v Ostravě, 2004. 86 s. ISBN 80-248-0514-6.
- [4] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 4. vydání. Praha: Albra, 2008. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [5] NOVÁK, Petr. *Mobilní roboty: pohony, senzory, řízení*. 1. vydání. Praha: BEN Praha, 2005. 247 s. ISBN 80-7300-141-1.

### Internetové zdroje

- [6] Ampérhodina. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Amp%C3%A9rhodina>.
- [7] Baureihe 0225 (GMPG) Motortyp 404 166. *Opis Engineering* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://opis.cz/nidec/pdf/404166.pdf>.
- [8] China EM-ID 125khz/MIFARE 13.56mhz RFID Tag. *Made-in-China.com* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://eworkaccesscontrol.en.made-in-china.com/productimage/mMnEXUkxRRcW-2f0j00QMaEsrotuukc/China-EM-ID-125khz-MIFARE-13-56mhz-RFID-Tag.html>.
- [9] Co je RFID. *RFID portál* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid\\_obecne](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne).
- [10] Collection of Dogs wb. *Food Manufacturers Association* [online]. 2010 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.pfma.org.uk/\\_assets/images/general/image/Collection%20of%20Dogs%20wb\(1\).jpg](http://www.pfma.org.uk/_assets/images/general/image/Collection%20of%20Dogs%20wb(1).jpg).
- [11] Elektronický náboj. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD\\_n%C3%A1boj](http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_n%C3%A1boj).

- [12] Fortress RFID / SSID Tag Fob for G5 Security Systems. *Fortress security Store.com* [online]. 2012 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.fortresssecuritystore.com/index.php/alarm-systems/fortress-rfid-ssid-tag-fob-for-g5-security-systems.html>.
- [13] HF Antenna Design Notes. *ti.com* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/appNotes/HFAntennaDesignNotes.pdf>.
- [14] HF Antenna Cookbook. *ti.com* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/appNotes/HFAntennaCookbook.pdf>.
- [15] HF RFID Tag with ICODE 2 / TI 2K. *tradevv.com* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.tradevv.com/chinasuppliers/jessicawmr\\_p\\_19c8c7/china-HF-RFID-Tag-with-ICODE-2-TI-2K.html](http://www.tradevv.com/chinasuppliers/jessicawmr_p_19c8c7/china-HF-RFID-Tag-with-ICODE-2-TI-2K.html).
- [16] Kladka plastová bezložisková. *ZABI CZECH* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.zabi.cz/pojezdova-kola-kladky-a-rolny/kladky-a-rolny/files/Image/Produktove\\_obrazky/Kola/Kladky/Kladky\\_plastove/Bezloiskove/c304](http://www.zabi.cz/pojezdova-kola-kladky-a-rolny/kladky-a-rolny/files/Image/Produktove_obrazky/Kola/Kladky/Kladky_plastove/Bezloiskove/c304).
- [17] Krabice IP56 GEWISS GW44205. *GM electronic* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/plastove-krabicky-univerzalni/krabice-ip56-gewiss-gw44205-120-x-80-x-50mm-p622-907/>.
- [18] Krouticí moment. *wikipedia. org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Kroutic%C3%AD\\_moment](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kroutic%C3%AD_moment).
- [19] Laird S9028PCR (RHCP) Indoor RFID Antenna (902-928 MHz). *atlasRFIDstore.com* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.atlasrfidstore.com/Laird\\_S9028PCR\\_Indoor\\_RFID\\_Antenna\\_902\\_928\\_p/s9028pcr96rtn.htm](http://www.atlasrfidstore.com/Laird_S9028PCR_Indoor_RFID_Antenna_902_928_p/s9028pcr96rtn.htm).
- [20] Lana metráž a svorky. *Agrozetshop.cz* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.agrozetshop.cz/lana-metraz-a-svorky/c-1684/>.
- [21] Long 12V 1,2Ah olověný akumulátor F1. *Avacom* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.avacom.cz/long-12v-1-2ah-oloveny-akumulator-f1>.
- [22] Ložisko 626 2Z SKF. *Prumex.cz* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.prumex.cz/loziska/kulickova-loziska/lozisko-626-2z-skf/>.
- [23] Mezinárodní kynologická federace. *wikipedia. org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z:

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD\\_kynologick%C3%A1\\_federace](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD_kynologick%C3%A1_federace).

- [24] Mikrospínač ZIPPY SM-05S-04A0-Z. *GM electronic* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/mikrospinace-s-konektory-ocky-vodici/mikrospinac-zippy-sm-05s-04a0-z-p631-101/>.
- [25] Napájecí adaptér síťový 15V/4300mA, T2, výstupní konektor 2,1. *GM electronic* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/napajeci-adaptery-sitove/napajeci-adapter-sitovy-15v-4300ma-t2-vystupni-konektor-2-1-p751-166/>.
- [26] NEW MS-4 Digital Water – Resistant Electronic Collar. *High Tech Pet Products* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.hitecpet.com/ms4-pet-collar.html>.
- [27] Ohebné pásové a těsnicí kartáče. *mmspektrum.com* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/novinka/ohebne-pasove-a-tesnici-kartace.html>.
- [28] Otevřený solenoid Série F0730. *Transmotec* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.transmotec.cz/otevrene-solenoidy/serie-f0730.html>.
- [29] Passive infrared sensor. *Wikipedia, the free encyklopedia* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_infrared\\_sensor](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_infrared_sensor).
- [30] PEŠKA, R. Milion psů, stejný počet koček. Většina lidí v Česku má doma zvíře. *iDnes.cz* [online]. 2010 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: [http://hobby.idnes.cz/milion-psu-stejny-pocet-kocek-vetsina-lidi-v-cesku-ma-doma-zvire-pwr-/hobby-mazlicci.aspx?c=A100905\\_141126\\_hobby-mazlicci\\_bma](http://hobby.idnes.cz/milion-psu-stejny-pocet-kocek-vetsina-lidi-v-cesku-ma-doma-zvire-pwr-/hobby-mazlicci.aspx?c=A100905_141126_hobby-mazlicci_bma).
- [31] RFID. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>.
- [32] RFID Dog Collar for use Wavretrend Long Range RFID Readers. *iAutomate.com* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.iautomate.com/products/RFID-Dog-Collar.html>.
- [33] RFID – logo. *Design Tagebuch* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.designtagebuch.de/wp-content/uploads/2008/11/rfid-logo.gif>.
- [34] Rychlost. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlost>.

- [35] Stejnoseměrný proud. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Stejnosem%C4%9Brn%C3%BD\\_proud](http://cs.wikipedia.org/wiki/Stejnosem%C4%9Brn%C3%BD_proud).
- [36] Střídavý proud. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99%C3%ADdav%C3%BD\\_proud](http://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99%C3%ADdav%C3%BD_proud).
- [37] Stupeň krytí. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/IP\\_k%C3%B3d](http://cs.wikipedia.org/wiki/IP_k%C3%B3d).
- [38] Tíhové zrychlení. *wikipedia.org* [online]. 2013 [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/T%C3%ADhov%C3%A9\\_zrychlen%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/T%C3%ADhov%C3%A9_zrychlen%C3%AD).
- [39] Tvrzené PVC (MEDUR). *Portaflex* [online]. 2013 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.portaflex.cz/cz/produkty/materialy-pro-stavebnictvi/tvrzene-pvc-medur/art\\_57/](http://www.portaflex.cz/cz/produkty/materialy-pro-stavebnictvi/tvrzene-pvc-medur/art_57/)
- [40] VAVROŇ, J. Psů a koček je v ČR na obyvatele nejvíce v Evropě. *Novinky.cz* [online]. 2012 [cit. 14. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/domaci/261476-psu-a-kocek-je-v-cr-na-obyvatele-nejvice-v-evrope.html>.

## 12. Seznam obrázků

Obr. 1.1 - rozmanitost psích plemen [10] .....	12
Obr. 1.2 - Staywell 740.....	13
Obr. 1.3 - Staywell 640.....	13
Obr. 1.4 - Swing 15 .....	14
Obr. 1.5 - Electronic SmartDoor .....	14
Obr. 1.6 - Solo Automatic Opening Doors.....	15
Obr. 1.7 - Power Pet PX-2 .....	16
Obr. 1.8 - PlexiDor Electronic Pet Door .....	16
Obr. 2.1 - rám pro montáž zařízení .....	17
Obr. 3.1 - varianta 1.....	19
Obr. 3.2 - varianta 1 - pohon.....	19
Obr. 3.3 - varianta 1 - zámek .....	20
Obr. 3.4 - varianta 2.....	21
Obr. 3.5 - varianta 2 - pohon.....	21
Obr. 3.6 - varianta 2 - zámek .....	22
Obr. 3.7 - varianta 3.....	23
Obr. 3.8 - varianta 3 – pohon .....	23
Obr. 3.9 - varianta 3 – uzamčeno .....	24
Obr. 3.10 - varianta 3 – otevřeno .....	24
Obr. 3.11 - varianta 4.....	25
Obr. 3.12 - varianta 4 - ovládání západky .....	26
Obr. 3.13 - varianta 4 - otevřeno .....	26
Obr. 3.14 - varianta 5.....	27
Obr. 3.15 - varianta 5 - pohon.....	28
Obr. 3.16 - varianta 5 - pastorek .....	28
Obr. 5.1 - svařovaný rám .....	32

Obr. 5.2 - řez vedením .....	33
Obr. 5.3 - zábrana a zapuštění kladky .....	34
Obr. 5.4 - pohon .....	34
Obr. 5.5 - vedení lanka 1 .....	35
Obr. 5.6 - vedení lanka 2 .....	35
Obr. 5.7 - zámek ovládaný solenoidem .....	36
Obr. 5.8 - napájecí síťový adaptér [25] .....	37
Obr. 5.9 - univerzální konstrukční krabice [17].....	37
Obr. 5.10 - akumulátor LONG [21] .....	38
Obr. 5.11 - zajištění akumulátoru a univerzální krabice .....	38
Obr. 5.12 - mikrospínač ZIPPY [24].....	39
Obr. 5.13 - koncové spínače .....	39
Obr. 5.14 - pásové těsnící kartáče [27].....	40
Obr. 6.1 - loga RFID technologie [33] .....	41
Obr. 6.2 - příklad RFID tagů s plastovým pouzdrém [8,12].....	42
Obr. 6.3 - příklad obojku s RFID tagem [32] .....	42
Obr. 6.4 - příklad samolepícího RFID tagu [15].....	43
Obr. 6.5 - RFID vysílač (anténa) [19] .....	43
Obr. 6.6 - RFID anténa z měděného pásu [13] .....	44
Obr. 6.7 - oscilační obvod antény [14].....	44
Obr. 6.8 - RFID anténa na desce plošných spojů [14] .....	45
Obr. 7.1 - automatické dveře pro psy ukotvené k rámu .....	46
Obr. 8.1 - automatické dveře pro psy - otevřeno/zavřeno .....	47
Obr. 9.1 - momentová charakteristika elektromotoru .....	48
Obr. 10.1 – navržené automatické dveře pro psy.....	52

## 13. Seznam tabulek

Tab. 4.1 - posuzovaná kritéria.....	29
Tab. 4.2 - porovnávané páry kritérií - Martin Kiszka .....	29
Tab. 4.3 - porovnávané páry kritérií – Ing. Michal Gloger .....	30
Tab. 4.4 - stupnice hodnocení kritérií.....	30
Tab. 4.5 - parametry kritérií navržených variant .....	30
Tab. 4.6 - hodnocení kritérií .....	31
Tab. 4.7 - výpočet vážených indexů kritérií .....	31

## 14. Seznam příloh

Příloha A	Požadavkový list
Příloha B	Katalogový list Valeo 404 166
Příloha C	Cenová kalkulace
Příloha D	Výkresová dokumentace <ul style="list-style-type: none"><li>• Sestavný výkres DVERE-01-S</li><li>• Kusovník DVERE-01-K</li><li>• Výrobní výkres DVERE-PS-01-02</li></ul>

Příloha E	datový nosič - CD
-----------	-------------------

### *Obsah CD:*

- Bakalářská práce.pdf
- Požadavkový list.pdf
- Katalogový list Valeo 404 166.pdf
- Cenová kalkulace.pdf
- 3D model optimální varianty v programu Creo 1.0
- Výkresová dokumentace.pdf